CONSIGLIO DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DI ROMA

COMMISSIONE MANUTENZIONE

ARGOMENTI DI INGEGNERIA DELLA MANUTENZIONE

Raccolta di studi e contributi in tema di Manutenzione

AA.VV.- Curatore Ing. Tito Reggiani - Collaborazione Ing. Maurizio Silvestrelli
Coordinamento scientifico Ing. Luigi Matarazzo

ANNO 2007

Presentazione

La pubblicazione del presente lavoro, fortemente voluto dalla Commissione Manutenzione che mi onoro di presiedere, è frutto di un certosino lavoro di ricerca e di collazione dell'amico ing. Tito Reggiani, peraltro attuale Segretario della Commissione stessa.

Egli, nel suo faticoso compito, è stato fattivamente supportato dal collega ing. Maurizio Silvestrelli.

Il mio ringraziamento va a tutti gli Autori dei contributi raccolti nella pubblicazione, contributi tutti – mi si perdoni la ripetizione – preziosi e degni di approfondimento.

Il filo conduttore resta quello di valorizzare la nostra disciplina della Manutenzione anche nel campo civile, ancora troppo negletta, divulgando presso i colleghi e gli addetti ai lavori preziosi spunti dottrinari e di riflessione su un approccio ormai sempre più scientifico, in parallelo a quanto i colleghi che operano in settori più evoluti sotto il profilo di una politica manutentiva rivolta alla prevenzione del guasto ed alla affidabilità del sistema, quale ad esempio quello aeronautico. Ciò senza trascurare che ancora troppi colleghi, anche del settore industriale, non riescono a convincere il Committente che una accorta politica manutentiva, anche con apparenti investimenti più sostanziosi, si rivela poi preziosa per la economicità gestionale complessiva.

L'auspicio è, pertanto, che la pubblicazione, che rimettiamo al nostro Ordine, possa rivelarsi utile a quanti operano per la ottimizzazione dei processi, in chiave con la valenza più apprezzata della figura dell'Ingegnere.

Il Presidente pro-tempore della Commissione Manutenzione
Luigi Matarazzo

Premessa

Questo volume nasce da considerazioni del curatore dopo un'attività più che trentennale in varie fabbriche di prestigio anche mondiale, metalmeccaniche come contratto nazionale ma elettroniche come progettazione e produzione.

All'epoca del mio inizio lavorativo la manutenzione non aveva criteri di riferimento che non fossero le norme MIL-STD usate (forse non benissimo) solo in ambiente militare e nell'aeronautica civile; non ho notizie sul loro uso nella navigazione marittima per passeggeri.

Pertanto la "Manutenzione" era applicata essenzialmente al fabbricato affinché non si deteriorasse e ai suoi servizi perché fossero efficienti, nonché alla modifica delle linee di produzione; questa attività si svolgeva essenzialmente a cavallo di Ferragosto quando tutti i dipendenti, esclusi ovviamente quelli della manutenzione, erano in ferie.

Parlare di manutenzione sui prodotti finiti quali che fossero, esclusi quelli sopra detti, significava ripararli a guasto con operazioni non sempre effettuate da personale qualificato (Sicurezza).

Nel caso di prodotti civili ma professionali, ad es. la trasmissione di informazioni analogiche (telefonia) o digitali (trasmissione dati), si declassavano le caratteristiche di targa dei componenti o/e si usavano quelli prodotti da catene ad hoc e poi severamente testati; questo al fine di aumentare l'Affidabilità nel tempo e quindi il Ciclo di Vita, per cui tali prodotti non necessitavano (quasi) di Manutenzione (Preventiva).

Ovviamente nel tempo le situazioni sono mutate, alcune in meglio e altre in peggio; per ragioni di mercato e quindi di costo del prodotto finito, occorreva innanzi tutto che le attrezzature di produzione diminuissero i tempi di fermo e successivamente anche il prodotto finito fosse il più possibile affidabile, dando comunque all'utilizzatore quelle informazioni atte a diminuire i fermi apparato (ad es. il libretto d'uso e manutenzione dell'auto).

Questa ricerca di affidabilità ha portato all'applicazione delle teorie probabilistiche a quanto si stava progettando e di questi trattati matematici specifici ci sono in commercio molti testi, per cui nulla ripeto su questi temi.

Ho invece pensato di raccogliere le soluzioni adottate da nostri colleghi, che nel loro lavoro in fabbrica, hanno dovuto affrontare vari problemi e risolverli al meglio; ne è nata quindi una raccolta fatta di sintesi di articoli pubblicati dalla rivista "Manutenzione" con in più alcune aggiunte e considerazioni dello scrivente; pertanto questo lavoro risente di una qualche improvvisazione e lacuna che in parte ho cercato di sistemare

Poiché il *"Meglio è nemico del Bene"* aspetto anche i contributi e le osservazioni dei colleghi per migliorare una eventuale seconda edizione

Generalmente degli articoli ho estratto una sintesi con riferimento alla fonte; di altri ho invece riportato il testo completo in particolare di quelli in appendice, convinto che noi ingegneri non siamo gelosi del nostro lavoro oltre la doverosa etica professionale, ma fermo restando questo principio siamo appagati se quanto da noi realizzato può servire per nuove imprese; inoltre i colleghi, specie se all'inizio dell'attività lavorativa, possono trovare spunti da questa raccolta di informazioni per l'attività produttiva andando quindi a consultare e valutare l'intero articolo

Spero di non aver dimenticato nessun riferimento, ma se lo fosse, chiedo anticipatamente scusa dell'involontario fatto, pronto ad apportare la correzione in una eventuale successiva edizione.

Il Segretario pro-tempore della Commissione Manutenzione
Tito Reggiani

INTRODUZIONE

Il Sistema

Prima di parlare di Manutenzione, è utile definire il concetto di “Sistema” e le sue proprietà in quanto a questo si applicano le procedure di Manutenzione.

È difficile dare una definizione univoca del termine “Sistema”, del quale però si possono indicare almeno tre caratteristiche:

- Un sistema è un insieme di molti elementi fra loro interconnessi o interagenti
- La natura degli elementi di un sistema può essere estremamente diversa da caso a caso (elementi materiali, elementi concettuali, elementi fisici e biologici ecc.) e anche all'interno di un sistema non è escluso che gli elementi siano in qualche misura eterogenei fra loro
- Interessa conoscere un insieme di nozioni sul comportamento globale dell’insieme degli elementi, per cui:
  - Questi elementi caratterizzanti il Sistema possono essere Apparecchiature e/o Processi
  - E’ possibile di questi dare una misura in termini reali delle Prestazioni

Molti sono gli attributi che possono accompagnare il termine “Sistema” nella lingua parlata, per esempio: Sistema Fisico, Solare, Periodico, Respiratorio, Giuridico, Economico, ecc.

Una definizione, tra tante, che si rifà a quanto sopra detto, è estrapolabile dalla seguente frase:

Il concetto di sistema pone l'attenzione in particolare sulle interazioni presenti nell'ambito di un insieme articolato di elementi di natura tecnica ma anche di individui, insieme teso al conseguimento di una finalità, di un obiettivo comune.

In senso più ristretto si può definire "Sistema":

l'insieme dei principali apparati (sottosistemi) nei quali è suddiviso un impianto.

Il riconoscimento dei principali sottosistemi nei quali è suddiviso l'impianto è effettuato sulla base della documentazione di progetto, resa disponibile dalla ditta fornitrice e valutata secondo l'esperienza del personale della società di gestione dello stesso che potrà così procedere con l'analisi delle funzioni del sistema, dei sottosistemi, dei componenti di questi e delle loro prestazioni standard.

Definiremo poi Ingegneria dei Sistemi il processo che identifica le caratteristiche tecniche e le regole operative di quel sistema che meglio persegue gli obiettivi richiesti; pertanto riguarda sia chi deve fissarne gli obiettivi generali, sia chi deve individuare le tecnologie necessarie, ecc.

Una validissima trattazione innovativa e ad ampio spettro sui Sistemi, la si può trovare nel primo capitolo del testo “Progettare e Gestire la Manutenzione” edito dal CNIM

Esempi di sistema

Sistema di Comunicazione

E’ l'universo dei mezzi di comunicazione, che per sua natura si concepisce come un sistema unitario, di cui si possono tracciare mappe e classificazioni, che attualmente subisce profondi processi di convergenza tecnologica ed integrazioni, nonché di concentrazione economica. Il legame sempre più stretto di informatica e telecomunicazioni nei nuovi media interattivi, rispetto alle prime applicazione della telematica, configurano una tendenza globale verso la multimedialità.

Sistema Informativo di Manutenzione (SIM)

E’ un altro esempio di sistema; è formato a sua volta dai Sottosistemi come riportato nella Norma UNI 10584 al par. 4:

Il Sistema Informativo di Manutenzione è suddiviso nei seguenti Sottosistemi:

a - Ambiente

b - Gestione

c - Controllo

d - Miglioramento

Possiamo ancora trovare: la Teoria dei Sistemi, la Scienza dei Sistemi, la Meccanica dei Sistemi, ma queste definizioni e le loro proprietà esulano da questo contesto e possono essere trovate sui Grandi Dizionari Enciclopedici

LA MANUTENZIONE

Generalità

Al concetto di produzione di un bene si accoppia immediatamente quello della sua manutenzione. L'azione del tempo e dell'uso provoca nei confronti dei materiali di cui è costituito il bene un processo di invecchiamento ed uno scadimento di efficienza tecnica o obsolescenza tecnologica.

L'impiego più o meno corretto, più o meno prolungato del bene causa un'usura dello stesso , con una diminuzione progressiva delle sue prestazioni fino a interromperle..

Si riporta quanto pubblicato in UNI Progetto U49010380 e trasformato nella 11063:2003

"E' stata espressa l'esigenza, nella classificazione delle attività di manutenzione, di definire in modo univoco i termini "manutenzione ordinaria" e "manutenzione straordinaria" nell'ambito della pianificazione (budget) e del controllo dei costi nella gestione dei beni.

In questa norma si contemplano gli aspetti tecnico-gestionali delle sole attività di manutenzione.

La presente norma vuole dare una risposta ad esigenze di tipo amministrativo, contrattuale, gestionale, lasciando alle leggi e regolamenti fiscali le definizioni di loro competenza. (v. pure "Principi Contabili" del Consiglio Nazionale dei Dottori Commercialisti e la Legge 457/1978 art. 31 che formulano altre definizioni dei due termini, enunciati nella rivista CNIM N.2/2003 – Editoriale)

Nella contrattualistica, in particolare nei contratti di "global service", la separazione tra manutenzione ordinaria e straordinaria è molto importante perché determina un confine di responsabilità tecnica ed economica. In questi casi è necessario che i contraenti definiscano i limiti di quanto definito in questa norma, in funzione dell'oggetto del contratto e della responsabilità della spesa che intendono assumersi.

La presente norma definisce questi due termini e chiarisce, in appendice A, alcuni aspetti di contabilità, utili per disciplinare l'uso degli stessi termini nella classificazione delle attività di manutenzione.

Tra le classi omogenee, in cui sono messi in evidenza i costi sostenuti dalla manutenzione:

- insorgenza, - composizione, - destinazione, - intenzione - imputazione,

identificate in A2 dell'appendice A, l'unica non ancora codificata nelle sue componenti è la "destinazione"

La presente norma ha lo scopo di colmare anche questa lacuna.

(v. pure UNI 11257: Criteri di stesura del piano e programma di manutenzione dei beni edilizi – linee guida: Questa Norma è la stesura finale della U 49030350)

Si riporta quanto scrive il Regolamento m554/1999 art. 2

manutenzione: la combinazione di tutte le azioni tecniche, specialistiche ed amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un'opera o un impianto nella condizione di svolgere la funzione prevista dal provvedimento di approvazione del progetto.

Manutenzione ordinaria e straordinaria

Scopo e campo di applicazione

La presente norma intende fornire una classificazione delle attività di manutenzione, distinguendo tali attività in "manutenzione ordinaria" e "manutenzione straordinaria". Essa integra la terminologia descritta nelle UNI EN 13306:2003, UNI 9910 e UNI 10147, in uso nella manutenzione, allo scopo di uniformare i comportamenti degli utenti. Si applica a tutti i settori in cui è prevista un'attività di manutenzione.

Riferimenti normativi

- *UNI 9910 Terminologia sulla fidatezza e sulla qualità del servizio*
- *UNI10147 Manutenzione - Terminologia*
  NOTA: sarà ripubblicata come "terminologia aggiuntiva alla EN 13306
- *UNI 10388 (sostituita dalla UNI EN 15341) Manutenzione - Indici di manutenzione*
- *UNI 10992 Previsione tecnico-economica delle attività di manutenzione (budget di manutenzione) d'aziende produttrici di beni/servizi. Criteri per la definizione, approvazione, gestione, controllo.*
- *EN 13306 Manutenzione – Terminologia*

Classificazione della manutenzione: (ordinaria e straordinaria)

la manutenzione si ripartisce, in funzione del contenuto dei lavori e della loro finalità, nelle seguenti destinazioni (o categorie di spesa):

manutenzione ordinaria - manutenzione straordinaria

Manutenzione ordinaria

Tipologia d'interventi manutentivi durante il ciclo dì vita, atti a:
- *mantenere l'integrità originaria del bene*
- *mantenere o ripristinare l'efficienza dei beni*
- *contenere il normale degrado d'uso*
- *garantire la vita utile del bene*
- *far fronte ad eventi accidentali*

Generalmente gli interventi sono richiesti a seguito dì:
- *rilevazione di guasti o avarie (manutenzione a guasto o correttiva, definita nella UNI 9910)*
- *attuazione di politiche manutentive (manutenzione preventiva, ciclica, predittiva, secondo condizione, come definite nelle UNI 9910, UNI 10147 e EN 13306)*
- *esigenza di ottimizzare la disponibilità del bene e migliorarne l'efficienza (interventi di miglioramento o di piccola modifica non comportanti incremento del valore patrimoniale de! bene)*

I suddetti interventi non modificano le caratteristiche originarie (dati di targa, dimensionamento valori costruttivi ecc.) del bene stesso e non ne modificano la struttura essenziale o la loro destinazione d'uso.

I costi relativi devono essere previsti (anche su base statistica) nel budget di manutenzione e attribuiti all'esercizio finanziario in cui le attività sono state svolte (vedere UNI 10992).

Manutenzione straordinaria

Tipologia d'interventi non ricorrenti e d'elevato costo, in confronto al valore di rimpiazzo del bene e ai costi annuali di manutenzione ordinaria dello stesso,

Gli interventi inoltre:
- *possono prolungare la vita utile e/o in via subordinata, migliorarne l'efficienza, l'affidabilità, la produttività, la manutenibilità e l'ispezionabilità.*
- *non ne modificano le caratteristiche originarie (dati di targa, dimensionamento, valori costruttivi, ecc.) e la struttura essenziale;*
- *non comportano variazioni di destinazioni d'uso del bene.*
- *Generalmente ì costi relativi devono essere previsti nel budget di manutenzione (vedere UNI 10992).*
- *L'intervento deve essere evidenziato contabilmente; il costo sostenuto per la sua realizzazione può essere:*
- *attribuito all'esercizio finanziario in cui gli interventi sono stati realizzati*
- *capitalizzato nel rispetto delle leggi e regolamenti amministrativi e fiscali vigenti, purché determini l'incremento del valore patrimoniale del bene (sostituzioni di componenti importanti, rifacimento parti del bene, interventi su beni che ne comportino un aumento significativo della vita utile*

NOTA:

Questa tipologia comprende tutti quegli interventi che possono essere:
- *programmati preventivamente ed inseriti nel budget di manutenzione dell'anno corrente*
- *accidentali e quindi non previsti nel suddetto budget (extra budget).*

Gli interventi relativi a questa tipologia hanno tutti i requisiti di non ripetitività e di costo elevato.

Alcuni possono essere capitalizzati in quanto oltre ai suddetti requisiti presentano caratteristiche tecniche, finanziarie o di legge tali da consentire l'incremento del valore patrimoniale del bene.

Ogni intervento di manutenzione straordinaria deve essere contabilizzato separatamente (per esempio con gli strumenti tipici della contabilità analitica o industriale) ai fini della destinazione finale del loro costo

L'Ingegneria della manutenzione

Oggi la missione dell'ingegneria della manutenzione consiste nel progettare e ingegnerizzare il processo manutentivo, pur reggendosi sull'equilibrio tra Imprevisti e Prevenzione.

In sistemi particolarmente complessi e/o costosi la progettazione e ingegnerizzazione della Manutenzione rientra nel progetto ingegnerizzato dello stesso Prodotto Finito; si pensi ad esempio al prodotto Unità Navale Civile o Militare. (vedi Manutenzione, Febbraio 2002, pag. 17)

Essa deve dotare la manutenzione di strumenti metodologici e contemporaneamente promuoverne il miglioramento su basi organizzative sistematiche come elemento di costante sviluppo

L'ingegnerizzazione delle attività di manutenzione richiede di sviluppare tre temi fondamentali:
- La progettazione dei piani di manutenzione attraverso la scelta delle politiche manutentive e l'individuazione delle condizioni tecnico-economiche ottimali per la sostituzione di parti componenti

- Il controllo tecnico-economico del sistema manutentivo sviluppato attraverso un attento benchmarking (valutazione delle prestazioni) sia interno che con altre realtà di riferimento.
- Il miglioramento del sistema attraverso un approccio integrato sui tre principali indicatori che sono affidabilità degli impianti, manutenibilità e logistica delle parti di ricambio, e più in generale dei materiali tecnici.

Le linee evolutive che si vanno delineando nell'ingegneria della manutenzione vedono sempre più l'affermarsi dei principi della **TPM** *Total Productive Maintenance*; (vedi nel testo: Manutenzione Produttiva a pag. 18) o in alternativa **RCM** *Reliability Centered Maintenance*, (vedi ibidem: Analisi RCM a pag. 21).

Più recentemente è diventato spiccato il ricorso al Global Service di manutenzione e all'impiego sempre più massiccio di Sistemi Informativi dedicati e di Software per la gestione, lo scambio e l'elaborazione dei dati anche da postazioni remote (Sistemi Informatici).

Manutenzione come strategia di innovazione

Il concetto di manutenzione ha subito una profonda evoluzione dovuta sia a motivi legati allo sviluppo organizzativo e tecnologico, sia alla rivoluzione dell'informatica e delle comunicazioni, che ha consentito l'uso diffuso e approfondito dell'informazione anche nei domini tecnici.

In origine la manutenzione era quasi esclusivamente legata alle problematiche connesse alla conservazione dell'oggetto su cui si interveniva; con l'avvento della rivoluzione informatica è emersa una nuova concezione dell'organizzazione produttiva per cui si svilupparono tra l'altro specifiche organizzazioni (Concetto di Qualità, Tecniche Zero Difetti, Total Assurance) tutte indirizzate verso l'applicazione del concetto di Total Quality. L'affermarsi della qualità ha ridotto conseguentemente le esigenze quantitative della manutenzione, ma attribuendole maggiore efficacia così da renderla di eccellenza; il concetto di qualità diviene per la manutenzione il naturale corollario-obiettivo da conseguire costantemente per conservare l'efficienza e l'affidabilità degli oggetti su cui intervenire.

Così la manutenzione diventa una scienza nuova che tende a contrastare le cause che determinano i fenomeni di degrado connessi con l'obsolescenza risultante dall'uso e dall'invecchiamento.

La manutenzione nell'ambito dei progetti

Premesso che una definizione della manutenzione è contenuta nella già riportata norma UNI 9910 *"Manutenzione: le combinazioni di tutte le azioni... volte a mantenere o a riportare una entità allo stato in cui possa eseguire la funzione richiesta"* , in termini aziendali significa assicurare la disponibilità degli impianti al minimo costo, implementando tutte le attività necessarie che sono di natura esecutiva, tecnica, organizzativa, gestionale e consultiva.

Il primo modello di manutenzione è quello occasionale-accidentale in cui si attende il guasto.

Con l'aumento della produttività si ipotizza il modello preventivo ma di fronte ai grandi costi d'acquisto richiesti per la manutenzione preventiva generalizzata, si afferma il modello della manutenzione secondo condizione ossia si effettua l'intervento dopo aver verificato con una o più un misurazioni, che l'impianto sta per raggiungere i limiti dell'avaria.

L'evoluzione tecnologica di un qualunque sistema richiede il superamento delle problematiche manutentive su un arco temporale aprioristicamente non definibile in quanto normalmente è visto nel concetto di Costo/Efficacia (Cost/Effectiveness) sia del Sistema che della sua Manutenzione

Ne consegue che il committente del sistema avverte l'esigenza di disporre d'un unico interlocutore capace di governare tutto il processo di fornitura del sistema stesso, dalla fase di installazione fino a quella di dismissione finale, passando per la creazione e l'utilizzo di un supporto logistico post-vendita, cercando nel contempo di ottenere la massima disponibilità delle prestazioni nel tempo.

È quindi inevitabile che il costruttore del sistema tenda ad assicurare il supporto logistico per tutto il Ciclo di Vita del prodotto assumendo il ruolo di Prime Contractor di tutto il sistema; soltanto se dispone del governo dell'intero processo del sistema potrà rafforzare la propria immagine in quanto farà crescere la Customer Satisfation.

Ciò detto, la filosofia di manutenzione, in accordo con i requisiti richiesti del cliente, definisce:

- L'approccio manutentivo
- Il livello di sostituzione
- I livelli di manutenzione
- La località di manutenzione
- Il profilo del personale manutentore
- Il livello di professionalità richiesto al personale manutentore

I criteri di progetto orientati alla manutenzione possono riassumersi in:

- Modularità funzionale
- Riduzione della complessità delle attività di manutenzione (accessibilità, intercambiabilità, affidabilità delle parti da sostituire, limitazione degli attrezzi e accessori di supporto)
- Riduzione delle necessità di manutenzione
- Minimizzare i tempi di fermo dovuti alla manutenzione
- Minimizzare i costi di manutenzione
- Minimizzare la necessità di personale dedicato alla manutenzione
- Minimizzare i potenziali errori di manutenzione

Consegue che all'industria è richiesto di attuare una sostanziale modifica organizzativa che si faccia carico delle esigenze di progettazione anche della manutenzione a supporto di tutto il ciclo di vita del sistema fino alla dismissione nella semplicità dei servizi pur garantendo l'esigenza di affidabilità e sicurezza e individuando componenti e apparati coerenti con le esigenze di cui sopra.

Nel campo dei lavori pubblici la manutenzione è definita (DPR 554/1999) come la combinazione di tutte le azioni tecniche, specialistiche ed amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o/a riportare un'opera o un impianto nelle condizioni di svolgere la funzione prevista dal provvedimento di approvazione del progetto (art. 2c.1 lett.l)

Pertanto una buona e accurata gestione di manutenzione è tanto più efficiente quanto più il progetto esecutivo dell'opera è corredato da apposito piano di manutenzione nei termini, con le modalità, coi contenuti, i tempi e le gradualità stabilite dal regolamento generale dei lavori pubblici.

Efficacia ed efficienza della manutenzione

Si può constatare che l'utente del servizio manutenzione (il sistema manutenuto) è tanto più efficiente quanto più la manutenzione è efficace. A sua volta il servizio manutenzione dovrà curare la propria efficienza per evitare di ottenere ottimi risultati ma a costi insostenibili.

Le definizioni inerenti Efficienza ed Efficacia, sono riportate nella UNI 10147 par. 6.1

- Efficienza: soddisfacimento dei vincoli riportati nella specifica tecnica dell'entità al minimo costo
- Stato di Efficienza: livello di efficienza in relazione a un livello di riferimento
- Stato normale di Efficienza: stato di efficienza riferentesi ai dati riportati dal costruttore

Pertanto

- Efficacia: fare solo ciò che serve
- Efficienza: fare al meglio, ottenendo col minimo sforzo il massimo risultato

Lo sviluppo organizzativo della manutenzione

(vedi pure intervista a M. Cattaneo in Manutenzione Novembre 2004)

Come già accennato a un Management efficiente si chiede in continuazione quale possa essere la migliore organizzazione della Manutenzione al fine di ottimizzare le risorse e quindi i risultati economici aziendali; trovare una risposta adeguata è determinante per il processo manutentivo.

E' doveroso sviluppare la manutenzione per.

- Migliorare le prestazioni degli impianti in esercizio: disponibilità operativa, efficienza, difettosità, ecc.
- Ridurre i costi degli interventi manutentivi: lavoro e materiali
- Sviluppare un know-how manutentivo scegliendo nuove vie da percorrere, e aprendo processi capaci di far conseguire agli addetti gli obiettivi prefissati.

Si individuano quattro stati dell'approccio manageriale

- Razionalizzazione - ossia mettere ordine nella struttura esistente, assegnando obbiettivi prioritari e usando risorse e professionalità.
- Reengineering - ridisegnare tutto il processo manutentivo incrementando modalità organizzative dal TPM (Total Productive Maintenance) al Global Service.
- Miglioramento continuo - quale potente strumento sia tecnico che organizzativo.
- Innovazione - adottare con l'ingegneria della manutenzione, tecnologie, materiali, automazione, progetti di intelligence per rendere sempre più proficua la gestione e l'impiantistica.

Questi due ultimi punti prevedono un buon reengineering della struttura preesistente per meglio configurarla.

D'altronde per consolidare la qualità dei processi produttivi, si debbono costantemente valutare le funzioni: pianificazione della produzione, logistica, esecuzione della produzione, manutenzione.

Impianti vetusti portano a frequenti fermi di produzione facendo saltare la pianificazione e magari riducendo la qualità del prodotto con i conseguenti danni economici; la manutenzione a guasto quindi non migliora il processo produttivo ma lo rende obsoleto nei confronti della concorrenza; ecco perché è necessario tenere sempre presenti i quattro punti suesposti

Inoltre si deve anche considerare che sia nell'industria che in edilizia si tende a inglobare nel concetto di manutenzione una serie sempre più ampia di servizi che danno origine ai rapporti di Facility Management e di Global Service. Vanno poi segnalati sia gli edifici del tipo intelligent building, che i macchinari intelligenti, tecnologicamente predisposti proprio per agevolare le operazioni di manutenzione programmata.

Un esempio di riorganizzazione della Manutenzione è dato dall'art. a pag. 23 della rivista Manutenzione del Febbraio 2002 e dall'art. a pag. 11 della rivista Manutenzione del Gennaio 2004

Il Centro di Costo Manutenzione perché sia ben organizzato, necessita di elementi numerici di riferimento sia sull'efficienza delle risorse utilizzate (personale, materiali, imprese esterne) sia sulle prestazioni effettive degli impianti e, se in fabbrica, delle linee di produzione, per cui soltanto a seguito della conoscenza di queste carenze segue il miglioramento continuo, che si ottiene:

- Definendo i piani di sviluppo mirati alla struttura organizzativa, alla capacità professionale, alle metodologie, agli impianti, alla ingegneria di manutenzione cosicché si possa definire cosa e come operare per cambiare
- Con l'implementazione di piani che coinvolgono il personale sino al livello più opportuno
- Con la misurazione dei processi attraverso un report numerico semplice, chiaro e realistico
- Con il consolidamento dei risultati che via via si ottengono con i nuovi standard organizzativi e tecnici.

La consapevolezza della propria situazione e delle opportunità che via via si consolidano, contribuiscono a far crescere in modo significativo la managerialità dei responsabili della manutenzione

Occorre altresì tener presente che il progettista deve concepire macchine ed impianti anche in funzione dell'intero Ciclo di Vita e delle esigenze manutentive che vengono totalmente determinate in questa fase; il manutentore deve, da parte sua, riportare indietro quelle informazioni che sono necessarie ad un miglioramento progettativo.

A monte e valle della manutenzione c'è sempre un'azione diagnostica che garantendo la tracciabilità del comportamento del bene, contribuisce a garantirne la sicurezza del funzionamento.

La qualità nella manutenzione

Ogni azienda che vuole imporsi nel mercato deve prevedere i bisogni di questo; ne segue quindi che deve rivedere costantemente la propria organizzazione del processo tra cui la qualità della manutenzione (norme UNI EN ISO 9000 - 9001).

Tali norme internazionali promuovono l'adozione di un approccio per processi nello sviluppo e attuazione migliorativa dell'efficacia del sistema di gestione della qualità, al fine di accrescere la soddisfazione del cliente mediante l'osservanza dei requisiti posti dal cliente stesso.

L'applicazione di un sistema di processi nell'ambito di un'organizzazione, unitamente all'identificazione e all'interazione di questi processi nonché alla loro gestione, viene denominata "approccio per processi"; vantaggio di questo approccio è il poter mantenere con continuità sia un controllo sui legami fra i singoli processi come pure sulle loro combinazioni e interazioni.

Per il conseguimento degli obiettivi sopraindicati ci si avvarrà di un sistema di gestione per la qualità, in accordo con le prescrizioni della UNI EN ISO 9001:2000

Inoltre la UNI EH ISO 9001:2000 ci dice al punto 8.4 analisi dei dati *" l'organizzazione deve individuare, raccogliere e analizzare i dati appropriati per dimostrare l'adeguatezza e l'efficacia del sistema di gestione per la qualità e valutare dove possono essere apportati miglioramenti continui dell'efficacia del sistema di gestione per la qualità".*

Chi: Resp. Manutenzione Ingegneria /TPM
Come: Esperienza, strategicità, Piani costruttore
Reperimento risorse secondo piano di manutenzione
Chi: Resp. Manutenzione off. Resp. Produzione Dir. Prod. / Resp. SGM
Chi: Resp. Manutenzione Resp. Produzione
Chi: Personale interno/esterno di manutenzione
Chi: Resp. Manutenzione
Programma di manutenzione annuale
Budget
Programma di produzione menile
Programma di manutenzione mensile
Mensile
Produzione
Manutenzione
Variazione programma gestione delle crisi
Programma di manutenzione settimanale
Settimanale
Gestione delle risorse per le attività di manutenzione
Lavori di manutenzione programmata
Lavori di manutenzione a guasto
Consuntivazione costi Ottimizzazione
Analisi dei guasti Consuntivazione costi
Raccolta dati per indicatori di prestazione
Feed-back in programmi anno/mese

Il responsabile di produzione/manutenzione può realizzare i più grandi miglioramenti della qualità del prodotto lavorando per ridurre il numero di non conformità legate ai processi manutentivi che devono prevedere i momenti di revamping, utilizzando eventualmente il diagramma di Pareto-Juran (vedi art. M. Dini - Manutenzione Novembre 2002, pag. 18)

Il target sulla qualità del prodotto e quindi dei processi produttivi (norme ISO 9001:2000) porta alla creazione di "Area Operation" alla quale fanno capo le funzioni: Pianificazione della Produzione, Logistica, Produzione, Manutenzione.

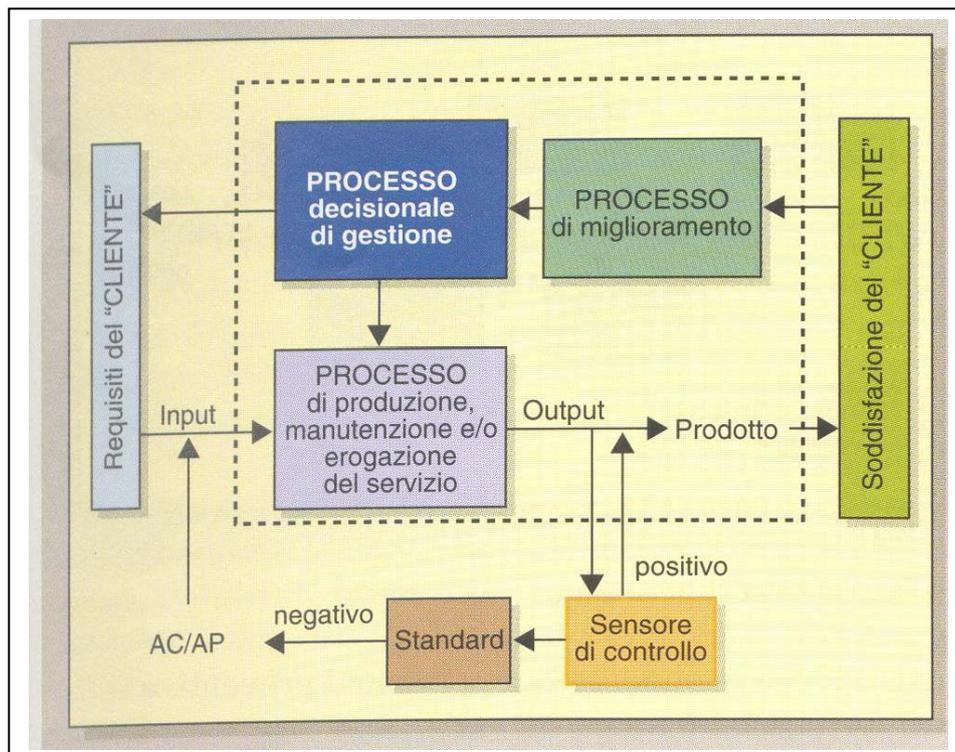
Poiché ogni fermata produttiva comporta perdite economiche ne segue che la manutenzione a guasto è inefficace a combattere le improvvise fermate di produzione.

Ne consegue quindi l'interattività delle suddette funzioni nell'ambito dell'Area Operation, e quindi una ristrutturazione della manutenzione programmata definita insieme alla produzione attraverso schede con indicate le attività da svolgere, i relativi tempi e altre informazioni, che consentono di effettuare sia l'analisi dei guasti che la definizione di una nuova politica di manutenzione basata sulle quattro tipologie (concettuali) di attività:

- Manutenzione Programmata.
- Manutenzione Migliorativa.
- Manutenzione Ispettiva.
- Manutenzione a Guasto.

Nella letteratura sull'argomento è facile trovare più definizioni sulla manutenzione e modi d'approccio per questa; ciò è dovuto sia al voler mettere in luce determinati problemi/soluzioni sia a non ben fatte traduzioni; così non esiste una chiara traduzione tra "Manutenzione Produttiva" e "Total Productive Maintenance (TPM)", così pure sul significato della "Manutenzione Migliorativa".

E' quindi opportuno riferirsi alle definizioni date dalle Norme UNI come oltre specificato

Se la nuova politica di manutenzione è stata ben progettata quest'ultima voce tende progressivamente a diminuire e quindi migliora la resa produttiva del bene e/o del servizio

Manutenibilità e Manutenzione. (Maintenance)

La manutenibilità è l'attitudine dell'impianto ad essere sottoposto ad azioni che consentono di mantenerlo nel tempo o a ripristinarne l'efficienza

Quando si verifica che un solo guasto fa sì che un impianto si fermi con conseguenti costi di disservizio, ci si trova a subire delle perdite per indisponibilità dell'impianto. Migliorare l'affidabilità riducendo i costi e aumentando la redditività aziendale è uno degli obiettivi principali di un avveduto sistema di gestione per la manutenzione.

E' difficile prevedere l'entità delle perdite e del danno conseguenti al guasto. E' quindi indispensabile redigere un programma di manutenzione intesa come attività di ispezione e di indagini preventive sugli impianti, macchine e loro componenti, da effettuare con personale qualificato e certificato, ottenendo una adeguata prevenzione delle perdite

Occorre intervenire diminuendo la possibile magnitudo delle conseguenze (azione di protezione) e/o operando sulla probabilità di accadimento (azione di prevenzione).

Queste azioni coinvolgono i responsabili della manutenzione ma anche altre funzioni dell'azienda quali l'ingegneria di manutenzione, il risk management, la direzione tecnica; infatti un'opportuna scelta della politica di manutenzione, dell'analisi dei guasti manifestati e dei sintomi premonitori, permette non solamente di ridurre il fattore di rischio con interventi operativi tempestivi evitando il danno ma anche di acquisire nel contempo quelle informazioni indispensabili per valutazioni di tipo statistico, cosicchè è possibile apportare le misure correttive e/o migliorative alle apparecchiature.

Le indagini storiche sono utili allo scopo di analizzare l'evoluzione del numero di eventi nel periodo e le tendenze risultanti; la tendenza fornisce la misura dell'efficacia del programma di ispezione preventiva implementato; se non si determina un risultato con tendenza decrescente devono esser necessariamente identificate le cause. e procedere con nuovi schemi manutentivi.

Anche la Manutenzione ha un costo, per cui occorre sviluppare un Budget di Manutenzione suddividendo i costi in base alle politiche manutentive definite dallo schema sottostante

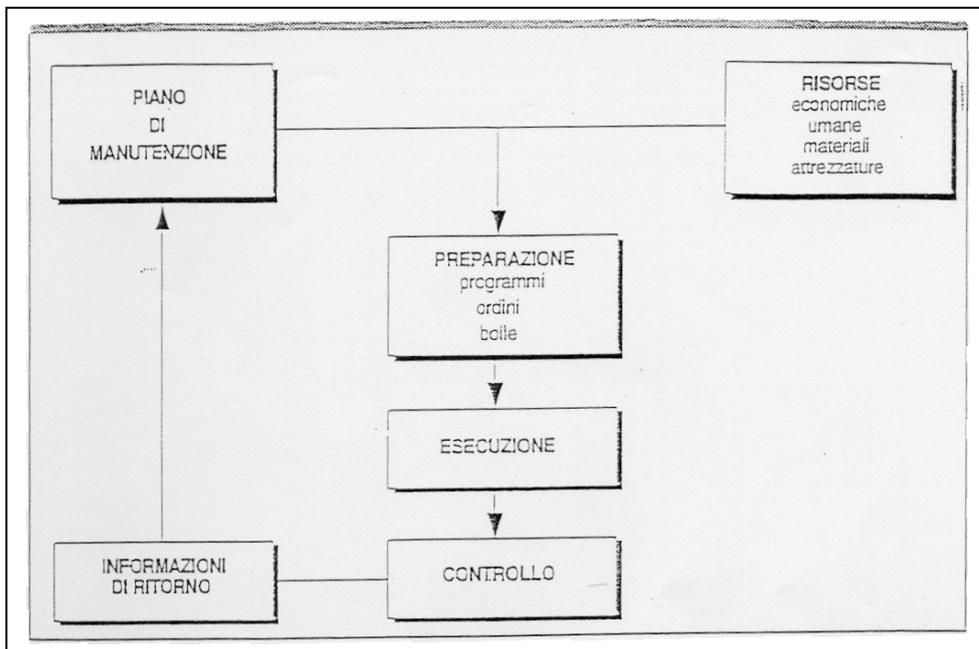



Diagramma di flusso della gestione operativa dei servizi di manutenzione

Tipi di manutenzione: termini e definizioni (da UNI U 49010380)

Sono di seguito riportati i principali termini, con le relative definizioni, usati per definire la manutenzione sia ordinaria che straordinaria. Quasi tutti i termini sono tratti dalle norme UNI EN ISO 9000, EN 13306, UNI 9910. UNI 10147 e UN1 10388, che costituiscono il riferimento ufficiale. Il lettore è invitato a controllare sulla versione aggiornata di tali norme la validità delle definizioni e le eventuali note esplicative a corredo delle stesse.

- **Affidabilità** (vedere EN 13306 e UNI 9910): L'attitudine di una entità a svolgere una funzione richiesta in condizioni date per un dato intervallo di tempo
- **Disponibilità** (vedere EN 13306 e UNI 9910): Attitudine di un'entità a essere in grado di svolgere una funzione richiesta in determinate condizioni a un dato istante, o durante un dato intervallo di tempo, supponendo che siano assicurati i mezzi esterni eventualmente necessari
- **Efficienza** (definizione della ISO 9000): Rapporto tra i risultati ottenuti e le risorse utilizzate per ottenerli
- **Elemento, Entità, Bene** (vedere EN 13306 e UNI 9910)
- Ogni parte, componente, dispositivo, sottosistema, unità funzionate, apparecchiatura o sistema che può essere considerata individualmente
- **Manutenibilità** (vedere EN 13306 e UNI 9910): L'attitudine di un'entità in assegnate condizioni di utilizzazione a essere mantenuta o riportata in uno stato nel quale essa può svolgere la funzione richiesta, quando la manutenzione è eseguita nelle condizioni date con procedure e mezzi prescritti
- **Manutenzione** (vedere EN 13306, UNI 9910 e UNI 10147): Combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative, incluse le azioni di supervisione, atte a mantenere o riportare un'entità in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta
- **Manutenzione a guasto o correttiva** (vedere EN 13306 e UNI 9910): La manutenzione eseguita a seguito della rilevazione di un'avaria e volta a riportare un'entità nello stato in cui essa possa eseguire una funzione richiesta
- **Manutenzione ciclica** (vedere UNI 10147): Manutenzione preventiva periodica in base a cicli di utilizzo predeterminati
- **Manutenzione predittiva** (vedere EN 13306): Manutenzione preventiva effettuata a seguito dell'individuazione e della misurazione di uno o più parametri, eventualmente estrapolando, secondo i modelli appropriati del tempo residuo prima del guasto
- **Manutenzione preventiva** (vedere EN 13300 e UNI 9910): La manutenzione eseguita a intervalli predeterminati o in accordo a criteri prescritti e volta a ridurre la probabilità di guasto o la degradazione del funzionamento di un'entità
- **Manutenzione secondo condizione** (vedere EN 13306): Manutenzione preventiva subordinata al raggiungimento di un valore limite predeterminato
- **Periodo di ammortamento tecnico dei beni**: Tempo previsto, espresso in anni, di ripartizione della spesa sostenuta per l'acquisto di beni strumentali ammortizzabili
- **Valore di rimpiazzo** (vedere UNI EN 15341 che sostituisce UNI 10388): Costo necessario per sostituire gli impianti attuali con impianti nuovi di caratteristiche tecnologiche e potenzialità analoghe a quelli attuali
- **Vita utile** (vedere EN 13306): In certe condizioni, intervallo di tempo che inizia in un dato istante e che termina quando il tasso di guasto è inaccettabile, oppure quando si ritiene che l'entità non sia riparabile a seguito di un'avaria o di altri fattori pertinenti

NOTA:

Ai fini della presente norma, la vita utile è la durata tecnica del bene, che spesso coincide col periodo di ammortamento tecnico del bene.

Altre definizioni complementari

Tipo di Manutenzione	Sottotipo	Caratteristica e Finalità
Manutenzione Preventiva		Non è conseguenza di un guasto; riduce la probabilità di guasto o la degradazione del funzionamento
	Ciclica (periodica)	Intervento di revisioni/riparazioni periodiche (a cadenza prestabilita) con sostituzione di parti
	Su condizione	Intervento di sostituzione effettuato sulla

	(predittiva/proattiva)	base della stima della vita residua di un componente, basata sul controllo di una variabile fisica misurabile e tale da individuare con sufficiente anticipo il degradarsi del sistema prima del presentarsi nell'avaria; se il componente supera la prova funzionale, rimane installato
	Migliorativa	Intervento che migliora l'affidabilità/funzionalità di una macchina; piccole modifiche che non incrementano sensibilmente il valore patrimoniale del bene
	Sicurezza/ambiente	Interventi per migliorare gli aspetti di sicurezza degli impianti e il loro impatto ambientale
Manutenzione Incidentale		Conseguenza di un guasto; riparazione dopo avaria a ripristinare la funzionalità
	Pronto intervento	Intervento che ha come obiettivo primario il ripristino del funzionamento della linea e deve essere effettuato subito
	Programmabile	Intervento che può essere programmato in un periodo successivo al guasto
	Manutenzione combinata con sostituzione	Esecuzione di un intervento di manutenzione congiuntamente a sostituzione di elementi a vita limitata.
	Manutenzione di ricerca guasto occulto:	Manutenzione tesa a individuare il malfunzionamento di un elemento di protezione o di una funzione (controllo sensori di.....)
	Opportunistica	Interventi durante il fermo macchina/produzione (la notte/festa)
Produttiva		Da adottare a seguito di attenta analisi costi/benefici
	Investimenti	Interventi effettuati per la realizzazione di nuovi macchinari/impianti

Qualità e risparmio nella manutenzione degli impianti produttivi

La Norma UNI EN ISO 9001:2000 scrive:"l'organizzazione deve definire, predisporre e **mantenere** le infrastrutture necessarie per ottenere la conformità ai requisiti dei prodotti" mentre nella UNI EN ISO 9004:2000 si legge "*il processo per individuare le infrastrutture necessarie per realizzare prodotti efficaci ed efficienti dovrebbe comprendere (....) lo sviluppo e l'attuazione di metodi di **manutenzione** ...*"

L'Organizzazione della Manutenzione del sistema produttivo deve accordarsi ai principi della Qualità Totale (TQM) tramite il miglioramento della disponibilità dell'assetto impiantistico (TPM = Total Productive Maintenance)

L'obiettivo primario del TPM, come pure verrà visto in seguito, è la riduzione del Life Cicle Cost dell'impianto aumentando sia l'Efficacia (qualità, conformità, resa...) che Efficienza (produttività, riduzione dei costi...)

Un notevole contributo alla comprensione di quanto sarà esposto successivamente è dato dal testo " Progettare e Gestire la Manutenzione" redatto dal CNIM, con particolare riferimento al cap. 5

La Manutenzione Preventiva ,come dice il nome, serve a prevenire i guasti nel mezzo di produzione, che in fase di costruzione è un prodotto. Per prima cosa occorre un ottimo controllo sul prodotto durante le fasi produttive, fino al collaudo finale compreso.

Se poi durante il Ciclo di Vita del prodotto si valutano, o schedulando nel tempo o con misure periodiche, eventuali iniziali anomalie, si può intervenire per ripristinare l'efficienza del prodotto prima del guasto definibile catastrofico (per cui ad es. non si ottiene il servizio o si peggiora la qualità del bene prodotto); in tal modo si minimizzano i costi legati alla manutenzione e si prolunga il valore patrimoniale del bene. (vedi art. M .Carlini - Manutenzione Marzo 2002 pag. 21)

Questo nuovo concetto, TPM, ha una valenza strategica in quanto è l'estensione alla Manutenzione e alla Produzione dell'approccio metodologico al miglioramento continuo degli impianti.

La manutenzione produttiva (T P M: Total Productive Maintenance, ovvero la verifica dello stato della manutenzione) viene effettuata mediante il controllo e il confronto della check-list di manutenzione con modello della TPM.

Un altro punto cardine nella TPM è costituito dalla prevenzione dei guasti attraverso il monitoraggio, strumento indispensabile per la realizzazione di una manutenzione condition based; essa consiste nella valutazione delle condizioni di un impianto/apparato ottenuta mediante un monitoraggio sofisticato. Avendo sotto controllo in tempo reale le condizioni dell'impianto è possibile prevenire i guasti ed effettuare un intervento manutentivo soltanto in presenza di una avaria potenziale e/o quando risulti compatibile e conveniente con la produzione.

Si analizza il trend dei parametri sotto controllo, quali ad esempio:

- Vibrazioni
- Emissioni di scarico
- Temperature
- Analisi degli oli
- Degrado dei dielettrici
- Indici di prestazioni dell'impianto ecc.

Normalmente questo tipo di manutenzione è affidato a Sistemi Esperti di Diagnostica, capaci di interpretare correttamente i dati acquisiti e fare una previsione tempestiva e precisa dell'insorgenza di problemi.

Un parametro particolarmente importante, spesso considerato principale, usato nel TPM per individuare e quantificare le maggiori perdite di produzione e valutare l'efficienza degli impianti, è l'indicatore OOE (Overall Equipment Effectiveness = Efficienza Globale degli Impianti).

E' valutato da un valore percentuale ottenuto dal prodotto di altri tre valori percentuali:

- Availability = disponibilità dell'apparato per produrre.
- Performance Rate = produzione effettiva/produzione teorica.
- Qualty Rate = produzione a norma/produzione effettuata

Questo valutatore non sempre è utilizzato in modo appropriato in quanto ciò è possibile solo nelle aziende dove è funzionante il TPM in quanto i processi sono mirati all'eliminazione delle perdite e all'aumento dell'efficienza produttiva. (vedi Editoriale R. Davalli - Manutenzione Settembre 2005).

Perché questo valutatore sia correttamente utilizzato è di primaria importanza misurare i costi sia visibili che nascosti; avremo così il Costo Globale di Manutenzione che viene così calcolato:

C globale di manutenzione = C manutenzione + C mancata produzione.

C manutenzione(materiali; costi a magazzino; manodopera int. est.)

C mancata produzione(perdite di disponibilità; di efficienza; di qualità)

Ne consegue che una eccellete manutenzione si avrà col minimizzarne il costo globale e questo si può ottenere solo:

- col coinvolgimento di tutta l'organizzazione aziendale
- dotandosi di adeguati strumenti di misurazione delle prestazioni
- dotandosi di metodi di analisi e miglioramento

(vedi art. M. Bonci - Manutenzione Settembre 2005)

Esempi di indicatori di affidabilità operativa di macchine e apparecchiature
(inclusi i relativi sistemi di alimentazione, comando e regolazione)

Unità	Tasso di guasto λ x 10-6	MTBF ore
(N. guasti/ora (tempo medio di esercizio) fra guasti)		
Elettrocompressori ,. centrifughi (100-1000 kW)	277	3610
Elettrocompressori alternativi	1356	737
Elettropompe alternative	284	3521
Elettropompe centrifughe		
generiche	213	4695
di processo	248	4032
antincendio	317	3155
acqua salata	396	2500
Fire gas detector	16	62500
Generatori elettrici diesel (100-1000 kW)	497	2012
Scambiatore di calore		

generici	10	100000
a piastre	13	67923
di processo	40	25000
acqua salata	70	14285
Scrubber (1-10 M3)	37	27027
Separatori (1-10 M3)	59	16949
Sensori		
di livello	33	30303
di portata	38	26315
di pressione	20	50000
di temperatura	12	83333
straing-gages	6	166666
Sistemi di controllo		
computers generici	185	5405
Plc	129	7751
Turbine a gas (1000-3000 kW)	256	3096
Turbocompressori centrifughi	480	2083
Valvole		
saracinesca generiche	20	50000
saracinesca di processo	88	11363
saracinesca per crude oil	175	5714
farfalla generiche	29	34482
farfalla di processo	88	11363
a pistone	104	9615
a sfera generiche	10	100000
a sfera di processo	117	8547

(Fonti: Hydrocarbon Processing, Gen 2002, Gulf Publishing Company, International Conferences on Process Plant Reliability -October 1998/1999 Houston.)

In una situazione produttiva la "Qualità" spesso funziona da sbarramento sul magazzinaggio e del prodotto finito, in quanto lo rileva difettoso; il danno economico è intuibile come sia rilevante.

Si capisce quindi la necessità di definire una "Manutenzione Predittiva" se questa è la causa della difettosità del prodotto (le cause possono però essere anche altre); ciò risulterà possibile attraverso la definizione di un sistema di obiettivi misurabili e di meccanismi di monitoraggio attraverso indicatori di processo. (AA.VV. – Manutenzione Giugno 2004)

In una organizzazione, si definisce "Qualità della sua Gestione" l'insieme delle capacità che l'azienda ha per soddisfare le varie aspettative sia del cliente che degli altri interessati (le ISO 9000 Vision 2000 definisce Stake Holders) Tra questi enti che chiedono c'è il responsabile della produzione che chiede al responsabile della manutenzione una linea sempre efficace ed efficiente; il responsabile della manutenzione, in quanto deve avvertire l'insorgenza dei problemi, dovrà necessariamente applicare i concetti della predittiva.

Si può quindi definire la "Predittiva" come un approccio sistematico basato sull'uso di vari metodi e procedure di miglioramento dell'utilizzo degli impianti e/o macchine con lo scopo di migliorare le caratteristiche della linea produttiva, nonché la sua sicurezza, costi e altro, coinvolgendo i responsabili di questa attività.

I concetti riguardanti le azioni correttive e preventive di miglioramento sono ben definiti dalle norme della serie ISO 9000; così la 9001:2000 chiarisce che le azioni di miglioramento si realizzano anche utilizzando le azioni correttive e preventive, tenendo poi presente che le azioni saranno correttive se il problema è stato individuato, mentre saranno preventive se il problema è potenziale.

Il miglioramento nel processo di manutenzione può indirizzarsi su livelli di efficacia, efficienza, flessibilità; un programma di miglioramento si può articolare in quattro fasi:

- ascolto delle problematiche
- definizione della strategia
- preparazione dell'organizzazione
- attuazione e controllo

La tendenza attuale manifatturiera è di delegare all'esterno soprattutto le attività a minor valore aggiunto (outsourcing) col rischio però di perdere notevoli fattori di know out tra cui quelli relativi alla manutenzione che così difficilmente potrà essere migliorativa nel senso più esteso

Occorre tener presente che in quanto un bene esiste, questo nel tempo tende a degradarsi al punto di non soddisfare più le necessità per cui era stato progettato e prodotto; normalmente il guasto è però prevedibile per cui l'Ingegneria della Manutenzione può cercare di provvedere nel modo più adeguato per tenerlo sotto controllo.

Il controllo del guasto consiste in un equilibrio tecnico-economico tra incidenza dello stesso e costo di prevenzione; l'approfondimento della prevedibilità del guasto porta a scoprire le cause strutturali, creando le condizioni per la modifica-miglioria del bene, per cui diremo che la Manutenzione Migliorativa è quella manutenzione di chi gestisce le risorse dedicate al contenimento all' origine delle cause di guasto. (AA.VV. – Manutenzione Giugno 2004)

Spesso la Manutenzione Migliorativa si contrappone alla Manutenzione Accidentale (su guasto) e questo perché la Migliorativa e deve avere una giustificazione economica a priori per cui chi la accetta deve vedersi motivare prima le spese e poi verificare numericamente i risultati raggiunti.

La Migliorativa come pure la Accidentale debbono essere tenute sotto controllo contabile che quantifichi anche le conseguenze sui costi di produzione, fermo restando che contabilmente la Migliorativa è sempre in bilico tra contabilizzazione ordinaria e straordinaria.

Un aspetto molto importante della Manutenzione Migliorativa è quello d'essere uno strumento tra i più importanti per il processo di ingegnerizzazione del sistema manutenzione; infatti l'analisi dei guasti costringe la produzione ad una azione sinergica con chi è preposto all'eliminazione degli stessi (manutenzione) e come conseguenza porta a un tipo di manutenzione preventiva e migliorativa.

Ne segue quindi che normalmente se bene progettato, il piano di Manutenzione Migliorativa costituisce un sistema particolarmente economico perché tale piano iniziale sia realistico e progettato utilizzando logiche e strumenti adeguati (TPM, RCM, FMECA, ecc.)

In particolare l'attività FMECA, nata a fini militari, oggi viene estesa alla manutenzione in ambienti civili quale strumento per eccellenza per progettare la manutenzione stessa in quanto consente la Failure Analisys.

Migliorare le prestazioni degli impianti attraverso RCM (Reliability Centered Maintenance)

Si possono valutare i parametri di affidabilità e manutenibilità attraverso metodi statistici al fine di calcolare l'intervallo ottimale di manutenzione.

Dovendo ridurre i costi di manutenzione e contemporaneamente aumentare la disponibilità delle attrezzature, occorrono strumenti che consentano di controllare e gestire i malfunzionamenti dei macchinari; contemporaneamente aumentare le prestazioni e ridurre i costi, aumentare la disponibilità delle attrezzature e ridurre i tempi di riparazione e di conseguenza le perdite di produzione.

Occorre partire dai dati sui guasti e sui tempi di riparazione per poi elaborarli.

A tal fine si propone la seguente metodologia:

- Organizzazione degli enti manutentivi
- Elaborazione del modello di sistema
- Intervallo ottimale di manutenzione preventiva
- Analisi del tempo di fermata del macchinario

E' l'analisi RCM (Reliability Centered Maintenance: manutenzione centrata sulla affidabilità) sulla quale si basa l'attuale ottimizzazione delle politiche manutentive.

(vedi AA,VV. - Manutenzione Settembre 2002)

Tale sistema di analisi identifica i principi di funzionamento dell'unità (sistema/macchina/impianto) sotto controllo o le sue caratteristiche operative, determina le sue modalità di malfunzionamento, seleziona i componenti che possono essere significativi (a vario titolo) per la manutenzione e consente infine di disporre di un piano di manutenzione ottimizzato.

L'analisi RCM prevede alcuni step:

- Scomposizione fisica (As Built): rappresenta la struttura statica del sistema (moduli, sottoinsiemi, componenti) mettendone in evidenza le interconnessioni.
- Scomposizione funzionale (Functional Block Diagram)
- Scomposizione affidabilistica (Reliability Block Diagram)
- Analisi dei modi di guasto (Failure Mode and Effect Analisys)
- Analisi della Criticità (Failure Mode and Effect Critical Analisys)
- Selezione di una strategia di manutenzione
- Piano delle attività di manutenzione

L'analisi e l'identificazione dei modi di guasto consentono di limitarne le conseguenze, soprattutto quelle critiche dal punto di vista della sicurezza delle persone e, attraverso una accurata analisi di sistema, compo-

nenti e relativi modi di guasto, consentono di scegliere la miglior politica manutentiva per ciascun elemento sfruttando al massimo le caratteristiche intrinseche di affidabilità.

La RCM non può migliorare l'affidabilità di un sistema, che è determinata dal progetto, ma indica il modo migliore per mantenerlo garantendo interazioni sicure ed economiche.

La scelta delle politiche di manutenzione deve soddisfare questi requisiti, tra cui:

- Gli effetti prodotti sulla sicurezza del personale, sulla conservazione dell'ambiente, sulla produttività aziendale e simili
- Le prescrizioni di legge
- La possibilità di applicare una determinata politica di intervento manutentivo in funzione della modalità di guasto o dell'esistenza di segnali deboli
- La convenienza tecnico-economica ad implementare la politica individuata

Detto ancora in altro modo, l'analisi RCM consiste in un approccio sistematico per mezzo del quale vengono valutate le possibili avarie che possono aver luogo su di un impianto/sistema/apparato, le cause delle stesse e le loro conseguenze per l'attività dell'impianto.

Lo studio in questione, consiste nell'analisi della manutenzione orientata all'affidabilità il cui scopo è quello di sviluppare un programma di manutenzione che tenda all'incremento del livello di affidabilità partendo dal componente dell'apparecchiatura fino a tutto il sistema, identificando i guasti o potenziali guasti e, prima che esso si degradi, guardi alla sua efficienza; in tal modo si incrementa il livello di affidabilità dell'apparecchiatura nel corso del suo ciclo di vita consentendogli di continuare ad espletare la propria missione (le proprie funzioni), per un tempo determinato e nel contesto operativo previsto.

Lo svolgimento di questa analisi su un sistema presuppone la soluzione dei seguenti problemi:

- Individuare quali siano le funzioni delle prestazioni standard del sistema e definirne il contesto operativo
- Esaminare i modi nei quali il sistema può smettere di assolvere alle proprie funzioni (il malfunzionamento o guasto)
- Trovare cosa abbia potuto causare il malfunzionamento o il guasto
- Analizzare quanto sia grave il malfunzionamento o il guasto occorso
- Trovare cosa si può fare per prevedere o prevenire ogni interruzione di svolgimento di funzione
- Individuare i provvedimenti da adottare nel caso sia possibile individuare un metodo idoneo a prevenire il malfunzionamento o guasto in questione.

Successivamente, per ciascun sottosistema individuato, normalmente si svolgono tre fasi:

- Studio,
- Audit,
- Emissione della documentazione definitiva del sistema.

Le fasi dello studio vengono svolte dal gruppo di lavoro seguendo la tecnica del lavoro di gruppo, con riunioni di Brain Storming e di metodologie di Problem Solving. al fine di verificare sia la correttezza tecnica, sia la interezza della documentazione prodotta dal gruppo di studio.

Il risultato dell'audit specifico per ogni gruppo di studio e per ogni sottosistema, verrà analizzato e valutato dal coordinatore del gruppo di studio stesso, e quindi sarà impiegato sia per apportare le necessarie modifiche e correzioni alla documentazione che verrà così emessa in veste definitiva, sia per giungere alla redazione di un piano di manutenzione/protezione integrato.

Nota:

si riporta una definizione di AUDIT:

Esame sistematico, oggettivo e trasparente finalizzato a determinare se le attività e i servizi sono adeguati e se i relativi risultati sono conformi ai piani studiati.

Analisi dei modi di guasto, dei loro effetti e della relativa criticità.

Le attività sino al momento svolte, devono essere considerate propedeutiche all'analisi dei modi di guasto, dei loro effetti e della relativa criticità, ossia della ben nota analisi F M E C A

Definizione di FMECA (Failure Mode and Effect Critical Analisys)

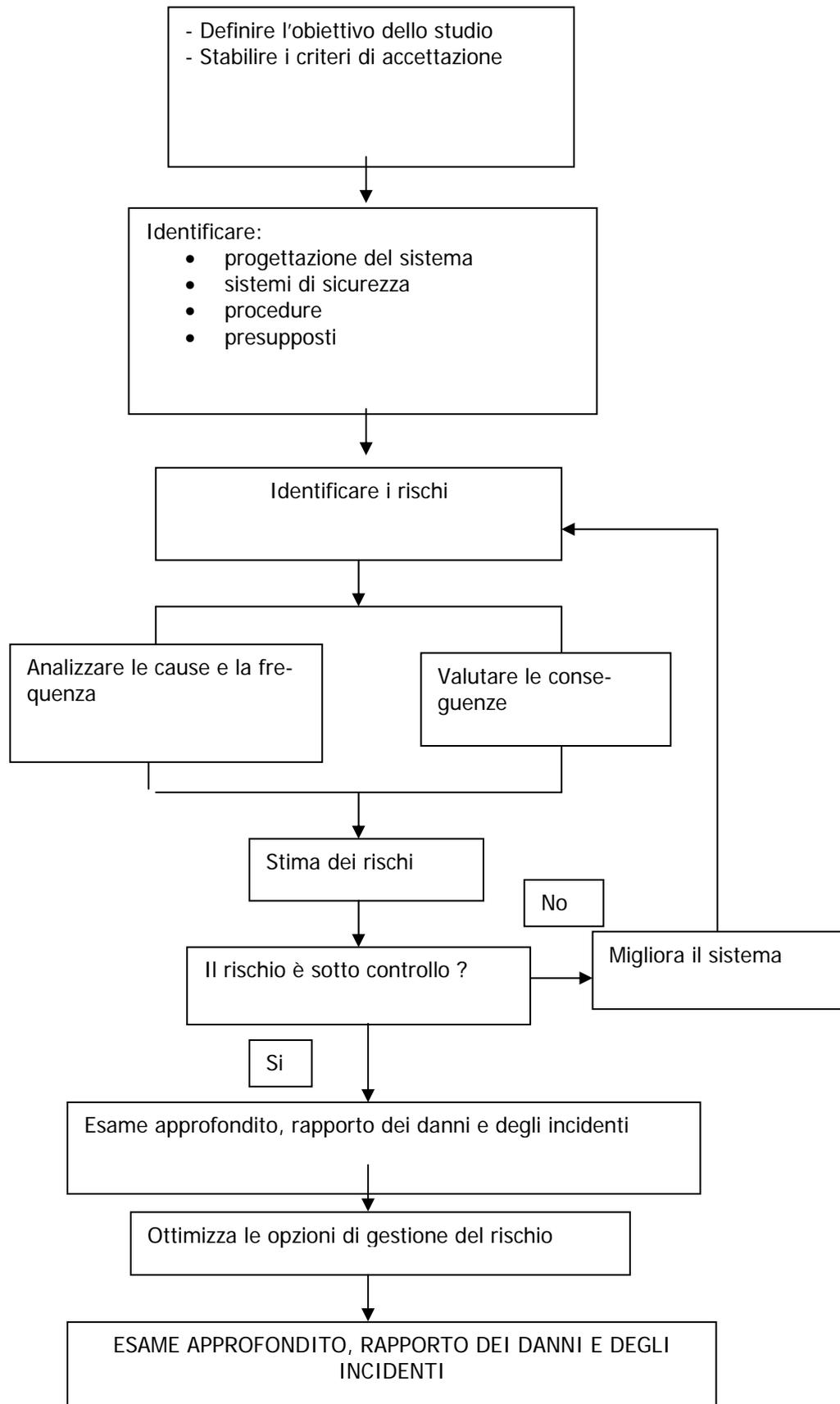
La FMECA è una metodologia operativa svolta in gruppi di lavoro, che consente di ricavare con efficacia i componenti critici e, quindi, di progettare la pianificazione degli interventi manutentivi.

Il Gruppo di lavoro dovrà essere composto da personale con diversi livelli di professionalità e con specializzazioni differenti a seconda della tipologia dell'impianto in oggetto.

Ad esempio, è ipotizzabile che nel gruppo di lavoro siano presenti manutentori/operatori scelti fra coloro che presentano una conoscenza dell'impianto più approfondita.

Ciò consente, anche in mancanza di dati storici consistenti, di raggiungere gli obiettivi prefissati di miglioramento e di coinvolgere e istruire il personale.

Debbono essere analizzate puntualmente le varie funzioni, individuando possibili guasti e le cause specifiche di ognuno di questi nella loro classe di severità, indicandone gli effetti.

Questi elementi serviranno poi alla costruzione del Sistema Informativo/Informatico

Il Processo di Gestione del Rischio (vedi art. A. Akersten - Manutenzione Marzo 2002)

Le classi di severità prese in esame per l'analisi F M ECA sono riportate nella lista seguente:

- Catastrofica
- Critica
- Maggiore
- Marginale
- Minore
- Ininfluente

I risultati dell'analisi dei modi e degli effetti dei guasti (FMCA), e dell'analisi della criticità del guasto (FCA) sono riportati nella seguente lista delle avarie:

- Funzione
- Avaria
- La causa dell'avaria
- Effetto dell'avaria

Un esempio pratico di quanto esposto può essere l'articolo:
La Relaibility Center Maintenance in un impianto di generazione di energia
(vedi art. V. Caniglia & A. Conti - Manutenzione Gennaio 2003)

Il processo di analisi RCM illustrato e svolto a posteriori, sarebbe utile svolgerlo parallelamente alla progettazione dei vari sistemi, per assicurare che gli stessi siano realizzati nella maniera ottimale, relativamente al rapporto costo/efficacia scelto, ai fini della riduzione (teoricamente dell'eliminazione) della possibilità di guasti, diminuendo così il costo del ciclo di vita del sistema.

Manutenzione: impatto costi/benefici sulla competitività industriale

La pianificazione del ciclo di durata di un processo produttivo e quindi del costo del prodotto è legata a tre fattori

Affidabilità, Disponibilità, Manutenzione

Occorre però far presente che in alcuni campi produttivi (ad es. metallurgico) la Disponibilità si rivela più importante dell'Affidabilità in quanto si ritiene che l'arresto dell'impianto sia più dannoso di un malfunzionamento.

La pianificazione dei costi per ciclo di durata diventa sempre più diffusa e si basa sull'affidabilità di un prodotto per tutta la sua durata, cosicché malfunzionamenti, disponibilità, durata (statisticamente definite) servono per la competitività e forniscono una base affidabile per il riciclaggio dei prodotti.

Avremo quindi metodi di calcolo più precisi per valutare l'affidabilità dei componenti e una crescente necessità di sistemi diagnostici distribuiti per controlli locali

Per aumentare la competitività sul mercato, occorre migliorare l'Affidabilità, la Disponibilità, la Manutenzione del prodotto e dei sistemi produttivi, per cui si introduce e si sviluppa il concetto di Affidabilità Progettuale e Produttiva e quindi occorre sviluppare:

- Nuovi metodi di progettazione dei prodotti, introducendo il calcolo dell'affidabilità e relativi processi di simulazione per ottimizzarla se tale requisito risulta prioritario per il cliente.
- Metodi per stimare e prevedere la durata dei componenti attraverso misurazioni e calcoli sul loro degrado
- Metodi e attrezzature per la raccolta dei dati remoti sui malfunzionamenti in funzione di condizioni e carichi
- Metodi e modelli per l'analisi delle attività umane e loro conseguenze sull'affidabilità

A quanto esposto è possibile produrre un'analisi Costi/Benefici (CBA) basata su tutti i Costi e Benefici registrati nel periodo di esecuzione del programma e quindi è possibile verificare se i Benefici superano i Costi; comunque i presupposti utilizzati per l'analisi vanno scelti con cura e presi in considerazione al momento d'interpretare i risultati (riduzione del danno ambientale, aumento delle possibilità di lavoro che sono benefici; miglioramento della sicurezza dei dipendenti che è un costo), tali voci non sempre sono quantificabili economicamente.

L'analisi Costi/Benefici viene utilizzata per confrontare più alternative prima della loro messa in esecuzione (valutazione ex-ante) ovvero per azioni già effettuate (ex-post)

In Finlandia tale filosofia è stata utilizzata per l'analisi di più progetti, sperimentando un miglioramento dei ritorni economici mediamente raddoppiati in 5 anni con un volume d'affari 10 volte l'investimento iniziale della società.

Gestione del rischio nella manutenzione

(vedi artt. A. Akerten – Manutenzione Marzo 2002 & V. Leggeri – Manutenzione Giugno 2004)

Sia in sede di pianificazione della Manutenzione che nel suo svolgimento occorre tener presente in modo prioritario, la sicurezza degli operatori.

I rischi legati alla manutenzione presentano molteplici aspetti, tra cui si possono esemplificare:

- Carenza di manutenzione; sistemi degradati e quindi pericolosi
- Manutenzione incompleta, inadeguata o di scarsa qualità con malfunzionamenti del sistema e/o sua rottura
- Interventi associati a modifiche estemporanee ossia non progettate che possono ridurre la sicurezza delle unità
- Precauzioni nell'uso di sostanze chimiche

Occorre quindi tener ben presente sia il buon senso che quanto prevede la Legge 626 sulla sicurezza nei posti di lavoro.

Occorre pure tener presenti i rischi ambientali e a tal fine occorre rifarsi al D.Lg. 372/99 (IPPC) e alle ISO 14001

Sistemi di supporto alla manutenzione

Nei processi industriali moderni, data l'elevata produttività degli impianti, assumono particolare importanza i fattori di affidabilità del macchinario, di manutenibilità dell'impianto organizzato su base predittiva e di rapidità d'intervento in caso di eventi accidentali; si può pure parlare di strumenti di diagnostica degli impianti, quindi strumenti di supporto all'analisi del comportamento degli impianti, utili sia alla conduzione che alla manutenzione per indirizzare con rapidità e certezza le operazioni di correzione o di intervento in caso di malfunzionamenti normalmente descritti da derive o oscillazioni delle caratteristiche di progetto del prodotto ma non di rado dovute anche a starature degli strumenti di controllo o altre cause esterne che ostacolano il flusso della produzione.

Se la produzione è strumentalmente sorvegliata, diremo che si ha un malfunzionamento quando rispetto al valore teorico, descritto da un modello, si ha una variazione della grandezza sotto controllo superiore a 3DS (Deviazione Standard).

Migliorare la professionalità del personale di manutenzione

E' pericoloso trascurare la professionalità del personale di manutenzione, in quanto serve a garantire l'efficienza del prodotto finito e contemporaneamente la salute degli operativi.

La formazione e l'addestramento (in inglese "training") sono i mezzi per assicurare al personale le necessarie competenze; definizioni di questo processo si ritrovano pure nelle UNI ISO 10015:2001 che scrivono: *"(formazione è il) processo che si occupa di sviluppare le conoscenze, le abilità, e i comportamenti necessari a soddisfare i requisiti.*"

L'offerta formativa esterna a disposizione specialmente per le PMI spesso è generica e di basso profilo oppure specialistica e di alto costo; questo porta spesso a organizzare un sistema formativo interno mirato alle esigenze specifiche dell'ambiente operativo. Ciò non toglie che si possano trovare subfornitori di servizi manutentivi in grado di offrire servizi omogenei e qualificati (gestione e manutenzione di impianti) disponendo in organico di personale polivalente già addestrato.

La Manutenzione, sia che venga fatta con personale interno, sia che venga affidata a un subfornitore, se si vuole operare conformemente a un Sistema di Gestione per la Qualità, le risorse umane debbono adeguarsi alle ISO 9000:2000 per le quali uno dei compiti fondamentali del responsabile di un processo è il saper indicare e sviluppare le competenze del personale inerenti i ruoli coinvolti nel processo in cui si vuole operare.

Pertanto in fase di inserimento di nuovo personale è importante definire un "Piano di Inserimento" con conseguente formazione e addestramento continui per soddisfare i bisogni di miglioramento e competitività dell'azienda; pertanto il "Piano" avrà uno schema dinamico in quanto dovrà adeguarsi alle mutazioni delle esigenze.

Ne deriva quindi la necessità di un piano di formazione permanente da sviluppare adeguatamente e per varie aree operative, e da personalizzare in funzione delle specifiche aree in cui opera:

- area di organizzazione gestionale: comprende metodologie di analisi, programmazione e controllo dei lavori, budget e contabilità industriale, sistemi informativi, ecc.

- area impiantistica, tecnologica, processi: è specifica dell'ingegneria industriale nei suoi vari aspetti (progettazione, costruzione, installazione, avviamento); sviluppare quest'area significa migliorare la disponibilità degli impianti, la sicurezza, la durata, ecc.
- area della razionalità: è relativa alle capacità comportamentali e manageriali necessarie per comunicare, lavorare in gruppo, offrire e ottenere collaborazione.

Come si vede la formazione deve essere utilizzata per identificare le linee applicative più proficue, per colmare le lacune e per eseguire piani di miglioramento.

La Manutenzione delle attrezzature di lavoro

Il decreto 14 giugno 2000 numero 284 del Ministero della Difesa regolamenta le modalità di applicazione del D.Lgs 626/94 sui luoghi di lavoro nell'ambito del medesimo ministero; queste regole sono di riferimento per tutti gli altri posti di lavoro.

L'applicazione di tale decreto legislativo parte dalla valutazione dei rischi per procedere ad una programmazione ed esecuzione degli interventi di adeguamento tecnico e di formazione del personale in materia di sicurezza. Ma questo non basta a garantire nel tempo il mantenimento delle condizioni di sicurezza acquisite; infatti in particolar modo sulle attrezzature di lavoro e sugli impianti è possibile che nel tempo il livello di sicurezza acquisito decada (ad es. per guasti, manomissioni, ecc.)

È quindi necessario rilevare le situazioni di nuovo maggior rischio per intervenire tempestivamente attraverso quei processi manutentivi che consentano il ripristino della sicurezza senza comportare gravi rischi aggiuntivi per i manutentori coinvolti.

Le norme di riferimento sono la UNI En 953 relativa alla progettazione dei ripari e la UNI En 954-1 relativa alla scelta dell'affidabilità dei sistemi di sicurezza.

Il D.Lgs 359/99 che modifica il titolo III del D.Lgs 626/94 indica come il datore di lavoro sia tenuto a fare effettuare verifiche periodiche sulla sicurezza di determinati apparati (per esempio attrezzature di sollevamento e trasporto, caldaie, ecc.) e come tali verifiche vadano verbalizzate tenendo a disposizione dell'autorità di controllo i verbali per un minimo di cinque anni.

Si vede quindi come nel contesto dell'attività manutentiva periodica devono essere inserite anche le verifiche di sicurezza; nel caso in cui la manutenzione venga appaltata a ditte esterne (terziarizzazione) il committente deve rispettare gli obblighi previsti dall'articolo 7 ter della a 626 /94 (vedi AA.VV. - Manutenzione Giugno 2002)

La Manutenzione: "Fattore Uomo"

E' significativo riassumere (fermo restando l'opportunità di leggere l'intero articolo) quanto riportato nella rivista "G. Meneguzzo – Editoriale - Manutenzione Giugno 2004"

In campo tecnico il processo migliorativo passa dalla manutenzione incidentale alla manutenzione su condizione e migliorativa continua; in campo gestionale, dalla gestione degli organici, alla gestione del materiale, all'organizzazione dei lavori, alle forme diverse di appalto, al global service, all'outsourcing.

Quasi mai nella valutazione della funzione manutenzione si pesa l'incidenza delle capacità professionali dell'operatore nelle sue varie specializzazioni: meccanico, elettrico, elettronico, strumentale ecc..

Sono invece queste capacitò l'elemento fondamentale per espletare al meglio le complesse esigenze di un Servizio di Manutenzione; tale importanza del fattore uomo è quantificabile in un costo del 60-70% contro un 40-30% del costo dei materiali nell'ambito del costo totale del servizio manutenzione

Manutenzione predittiva

(Stralcio da AA.VV. - Manutenzione Novembre 2005)

Il difficile momento congiunturale della nostra economia e la crescente concorrenza cinese dovrebbero convincere le aziende italiane a considerare gli investimenti nella manutenzione predittiva come un modo per affrontare a viso aperto i rischi connessi all'invasione di macchinari e prodotti a basso prezzo. Per ridurre i costi e aumentare i margini, bisogna mantenere i nostri impianti in efficienza. Per fare ciò, il "sistema fabbrica" italiano dovrà, sempre più, sviluppare intensi programmi di manutenzione predittiva basati su tutte le tecniche diagnostiche disponibili. che portino le aziende italiane, nel medio-lungo periodo, a un livello accettabile di competitività

Per focalizzare l'attenzione su tali tematiche, Manutenzione dedica questo numero alle principali tecniche NDT (Non Destructive Testing) di diagnostica predittiva: analisi delle vibrazioni e degli oli, termografia, radiografia, ultrasuoni, ecc. Dai vari contributi emerge che esistono già, da molto tempo, gli strumenti neces-

sari per un programma di manutenzione tale da consentire di ridurre i costi di produzione e migliorare l'efficienza degli impianti Tra le tecniche NDT, la termografia IR negli ultimi anni ha acquisito importanza crescente grazie anche ai forti investimenti in R&D effettuati e ai conseguenti repentini sviluppi tecnologici.

La manutenzione predittiva o manutenzione su condizione ha lo scopo di conoscere in anticipo i problemi delle macchine senza disturbare le normali operazioni di servizio,e permette una valutazione oggettiva delle condizioni operative delle macchine attraverso l'effettuazione di diverse tecniche diagnostiche Non richiede né la fermata degli impianti né tanto meno lo smontaggio degli stessi e permette una precoce individuazione sia delle anomalie che della loro gravità, fornendo una stima del tempo residuo di funzionamento ed evitando, inoltre le fermate programmate

Pertanto la manutenzione predittiva basata sulla reale conoscenza delle condizioni operative delle macchine consente una meticolosa pianificazione degli interventi da eseguire, che vengono limitati alle macchine che ne hanno realmente bisogno

Manutenzione predittiva: diagnostica con termografia IR

Il presente lavoro mostra che i risultati raggiunti , con l'implementazione della termografia nei programmi di manutenzione I.T:P.M. (Infrared Thermography Predictive Maintenance) giustificano appieno i costi di adozione di tale tecnica diagnostica in termini di ritorno dell'investimento (ROI)

L'analisi delle perdite subite e dei conseguenti costi diretti e indiretti, riguardanti sia la riparazione/sostituzione, sia l'eventuale mancata produzione, ha 10 scopo di creare un riferimento per la stima di altre eventuali perdite e di quantificare il rischio tecnologico, giustificando così l'attuazione di un programma manutentivo e la necessità di ricorrere a una copertura assicurativa.

Migliorare l'affidabilità riducendo i costi e aumentare la redditività aziendale è infatti uno degli obiettivi principali .di un avveduto sistema di gestione della manutenzione A tal fine la termografia IR, permettendo di individuare i sintomi premonitori *(segnali deboli)* presenti sulle apparecchiature, rappresenta la principale tecnica diagnostica d'ispezione predittiva Per migliorare il sistema di controllo tecnico-economico lavorare su casi di eventi dannosi ipoteticamente verificabili è importante disporre di serie di dati storici sui guasti agli impianti e alle macchine, oltre che effettuare un collegamento tra modelli teorici ed empirici

Le più frequenti cause riportate sui guasti sono:

Prove/ispezioni non eseguite

Manutenzione inadeguata/non effettuata

Guasti d'origine elettrica

Realizzazione o installazione impropria

Guasti in conseguenza di modifiche di funzioni o di utilizzo

Le apparecchiature elettriche non perfettamente funzionanti, possono determinare significative interruzioni dell'attività produttiva e causare l'innesco di incendi di grande rilievo

Per quanto riguarda il cosiddetto "Guasto Macchine", circa il 32% del numero totale dei sinistri è stato causato da guasti elettrici, con un danno medio di 250.000 Euro

Un'opportuna scelta della politica di manutenzione effettuata da personale esperto se sa adeguatamente interpretare le indagini termografiche IR permette sia di cogliere quei *segnali deboli* costituiti da una temperatura anomala sia di diagnosticare nella maggior parte dei casi le cause di tale comportamento Per le aziende che applicano l'analisi costi-benefici supportata da ispezioni termografiche IR, è indispensabile concepire procedure di analisi, di rielaborazione e di conservazione delle informazioni e dei dati, registrare sistematicamente i costi conseguenti ai guasti; .tenere sotto controllo le scorte di magazzino dei componenti

Tabella 1 - Storia sinistri apparecchiature elettriche 1991-2000

	Numero sinistri	%	Danno (M €)	%
Trasformatori	1000	28&	492	34%
Cavi e sbarre	893	25%	362	25%
Quadri ed interruttori	602	17%	254	17%
Alternatori	174	5%	166	11%
Motori	580	17%	145	10%
Altre app. elettroniche	261	7%	48	3%
TOTALE	**3510**		**1467**	

ita
ter
ga
ele
ap
ser
ass

Con l'utilizzo di un sistema che confronti le varie voci di costo prima e dopo il guasto, si ricava un rapporto medio costi/risparmi di circa 1:4
I dati rilevati dalle indagini termografiche e da altre diagnosi, unitamente alle raccomandazioni, devono esser rielaborati e catalogati in modo da consentire di redigere il *Predictive Maintenance Report.* Tale rapporto deve essere il risultato di un lavoro coordinato, contenere dati attendibili, fornire raccomandazioni appropriate, essere redatto in modo chiaro ed esauriente.
Altro grande aiuto dato dalla termografia IR si ha negli impianti di climatizzazione radiante

Manutenzione predittiva: analisi spettrale di macchine industriali & diagnostica dei difetti rilevati sugli organi meccanici

Questo studio di ricerca si pone come obiettivo quello di evidenziare quanto dovrebbe essere fatto per poter applicare al meglio la Manutenzione Predittiva
A tale proposito sono state fatte misure di vibrazione su circa settanta macchine di uso industriale (riduttori, motori, alternatori, pompe, ecc.) e su ognuna di queste si è fatto uno studio attento delle relative Analisi spettrali verificando sostanzialmente l'incidenza che hanno le vibrazioni delle macchine circostanti sulla macchina soggetta alle misure di vibrazione attraverso l'utilizzo di spettrometri digitali e non
La vibrazione è un fenomeno caratterizzato da moti alternati di piccola ampiezza ed alta frequenza spesso sovrapposti al normale movimento cinematico degli organi delle macchine
Fra i problemi più importanti generati dalle vibrazioni nelle macchine e negli impianti si annoverano rotture per fatica impossibilità di mantenere le prestazioni di progetto, accoppiamento vibroacustico con emissione di rumore, possibili effetti dannosi sull'uomo Come è noto le vibrazioni sono fenomeni determinati da trasferimenti di energia potenziale elastica in energia cinetica e la loro ampiezza dipende dalle proprietà elastiche del sistema

Esempi di manutenzione: la manutenzione degli impianti elettrici

Ricordiamo che l'obiettivo della manutenzione programmata è la garanzia dell'efficienza del processo produttivo con riduzione dei costi operativi derivanti da interventi manutentivi di emergenza e ripetuti fermi impianto.

Per ridurre i costi la situazione globale di impianto va attentamente monitorata attraverso il rilievo di fattori indicativi di base quali ad esempio:

- rapporto tra la produzione effettiva e quella prevista
- rapporti tra il tempo di disponibilità teorica e pratica, alla capacità produttiva richiesta
- rapporto tra produzione richiesta e produzione prevista massima possibile sull'impianto considerato.

La produzione è condizionata anche da altre componenti quali:

- la logistica
- le attività ausiliarie (acquisti, vendite, qualità, ...)
- piani produttivi (nuovi prodotti, prodotti speciali).
- La continuità è funzione di:
- manutenzione programmata
- aggiornamento impianti
- emergenze

La manutenzione programmata deve poter innalzare il tempo medio tra i guasti (MTBF) per rendere prossimo ad uno il rapporto produzione effettiva/produzione prevista.

Gli indicatori di produttività totale di un sistema vanno riferiti a due specifici settori manutentivi:

- meccanico
- elettrico

entrambi determinanti per il risultato.

Occorre poi considerare che il settore elettrico utilizza anche numerosi componenti meccanici da considerare come soggetti di intervento manutentivo; così ad esempio gli interruttori di media e bassa tensione sono uno dei componenti elettromeccanici più sollecitati in ogni impianto elettrico perché hanno il compito di operare rapidamente e correttamente in condizioni di guasto delle reti elettriche.

I relè di sovracorrente, inizialmente di tipo elettromagnetico e successivamente tipo elettronico, necessitano di verifiche; sono infatti uno dei sistemi di sicurezza base dell'impianto e sono sensibili all'invecchiamento per le particolari condizioni ambientali di installazione.

Una operazione di Manutenzione consiste nell'uso di appositi dispositivi mobili di prova ad iniezione di corrente e consentono agli specialisti la verifica di funzionalità degli interruttori direttamente sull'impianto durante i periodi di manutenzione programmata.

Altre operazioni di Manutenzione consistono nella pulizia superficiale degli isolatori in quanto possono determinarsi scariche a massa o tra le fasi.

L'aumento delle resistenze di contatto nelle zone di giunzione degli attacchi e sui contratti porta corrente si traducono in surriscaldamenti e sollecitazioni e anomalie sugli isolatori i quali hanno specifici limiti di temperatura oltre i quali iniziano a degradarsi.

La conoscenza delle temperature dei vari componenti è un indicatore sicuro delle condizioni d'impianto per cui interventi di indagine termografica a infrarossi sono sempre più diffusi in quanto applicabili senza interruzione del servizio.

Misure di resistenza dei contatti consentono di individuare la sorgente del surriscaldamento e quindi di intervenire opportunamente prima che il degrado non evolva in guasto; così pure le misura della rigidità dielettrica e della resistenza d'isolamento.

Ne segue che tutte queste ed altre misure non elencate se raggruppate in maniera adeguata consentono, per questa tipologia di impianto elettrico sott'indagine, di definire gli indici di rischio di guasto dei vari componenti e predisporre le opportune contromisure atte a prevenire i detti guasti.

A tal fine si può considerare l'articolo in Manutenzione Nov. 04 pagg. 15 e segg.

Esempio di manutenzione: la manutenzione in una fabbrica

Il caso Terreal Italia

(art. intero: AA:VV. Terral Italia & Università di Firenze - Manutenzione Novembre 2004)

Per coloro che si trovano a gestire la manutenzione non è sempre facile e scontato orientare le proprie scelte manutentive verso una strategia piuttosto che verso un'altra.

La norma UNI 10366 suggerisce alcuni criteri di scelta delle politiche di manutenzione (Figura 1), ma si verifica assai spesso che stesse macchine, operanti in contesti diversi, richiedano strategie e frequenze di manutenzione diverse. A questo aspetto si aggiungono anche la necessità di valutare in termini di efficacia ed efficienza la strategia adottata ed i vincoli spesso presenti sulle risorse umane di manutenzione.

Nei casi migliori saranno gli indici di prestazione (*Key Performance Indicators*), se opportunamente definiti, a decretare il successo delle strategie adottate, ma solo a posteriori.

Occorre però dotarsi a monte di strumenti di supporto alle decisioni nella progettazione della manutenzione, che possibilmente diano un'indicazione oggettiva sui risultati attesi dalla politica scelta.

In alcuni casi, l'adozione di una strategia errata, in particolare quando nell'azienda coesistono la visione tradizionale della manutenzione, intesa come riparazione, e quella più evoluta, seppure in fase embrionale, può discreditare per lungo tempo una politica sicuramente valida quale quella verso una gestione della manutenzione più consona alla realtà specifica.

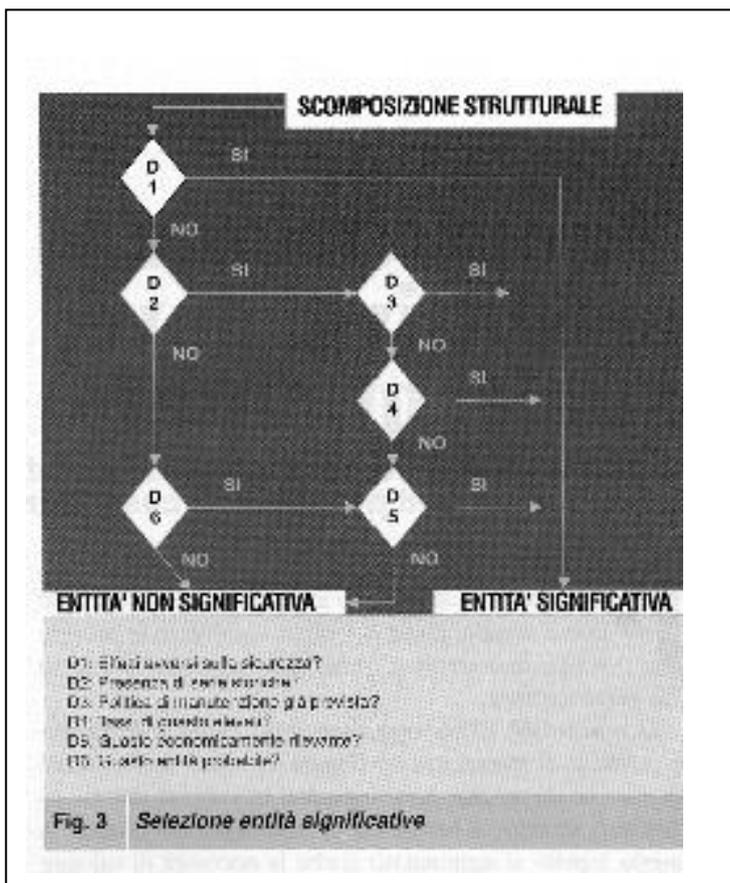
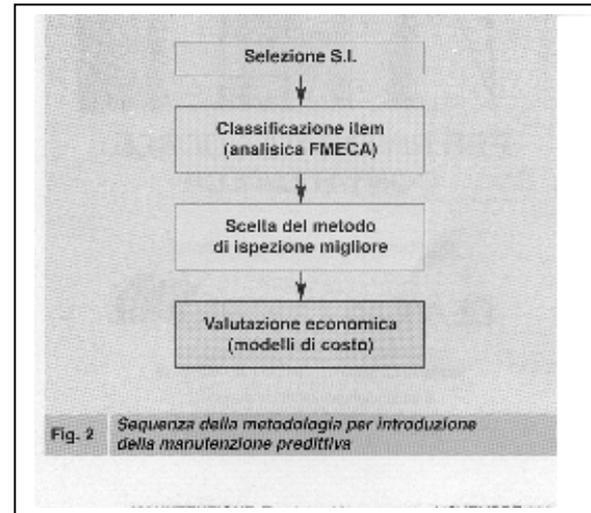
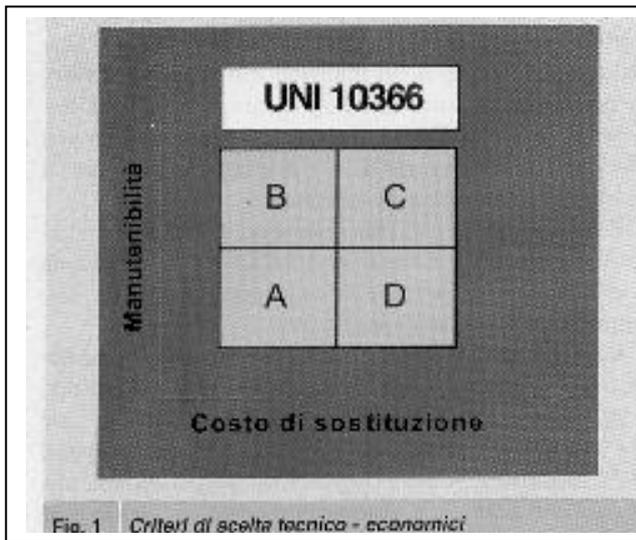
Nel caso in esame è stato analizzato un impianto per la produzione di laterizi faccia a vista, fortemente automatizzato, nel quale, come del resto in tutte le industrie di processo, un guasto in una parte dell'impianto ha ripercussioni sull'intero ciclo produttivo sia per la mancata produzione che per eventuali carenze qualitative del prodotto. Un primo passo è stato quello di capire se e dove poteva essere applicata con successo la Manutenzione Predittiva; successivamente è stata posta attenzione a come valutarne il ritorno in termini di risparmi e disponibilità degli impianti.

La complessità dell'impianto non consentiva immediatamente di valutare su quali entità prevedere un piano di manutenzione predittiva, ed anche laddove c'erano delle risultanze soggettive non esisteva una quantificazione dei benefici derivanti da questo nuovo approccio.

Seguire una metodologia opportunamente studiata per l'introduzione della nuova politica è sicuramente fondamentale per ottenere buoni risultati e risparmiare tempo prezioso. Gli schemi in Figura 2 e 3, riportano le tappe fondamentali del metodo.

Fig. 1 Criteri di scelta tecnico - economici

Fig. 2 Sequenza della metodologia per introduzione della manutenzione predittiva

Fig. 3 Selezione entità significative

D1: effetti avversi sulla sicurezza ?
D2: Presenza di serie storiche ?
D3: Politica di Manutenzione già prevista ?
D4: Tassi di guasto elevati ?
D5: Guasto economicamente rilevante ?
D6: Guasto entità probabile ?

Per cercare di rappresentare sistemi complessi è importante trovare una buon modello che rappresenti schematicamente tutte le parti ed i componenti dell'impianto preso in esame; deve essere effettuata quindi un'accurata scomposizione strutturale con confini ben stabiliti e un numero di livelli opportuno. In questa prima fase è consigliato attenersi esclusivamente alle macchine che intervengono nel ciclo produttivo e con una definizione tale da arrivare ad analizzare componenti che possono essere oggetto di manutenzione predittiva. Il numero dei componenti delle macchine può essere certamente elevato, alcuni tra questi rivestono un'importanza minore ai fini manutentivi, quindi è opportuno eliminarli. Per far questo abbiamo risposto a

semplici domande contenute in una apposita flow-chart, grazie alla quale si rende possibile la distinzione tra entità significative e non.

I quesiti a cui abbiamo risposto sono:

- Esistono effetti avversi sulla sicurezza?
- Sono presenti serie storiche?
- Il guasto dell'entità è probabile?
- É già prevista una politica di manutenzione?
- I tassi di guasto sono elevati?
- Il guasto è economicamente rilevante?

È chiaro ad esempio che se lo stato di avaria di un bene non presenta problemi per la sicurezza, non presenta storicamente una periodicità di guasto nel contempo pure poco probabile, non : rappresenta una entità significativa.

Classificazione item.

Anche in un impianto di medie-piccole dimensioni le entità significative possono risultare molte ed è indispensabile cercarle di ordinare in base alla loro criticità. Per far questo ci viene incontro l'analisi FMECA (*Failure Mode and Effect Criticality Analysis*), una tecnica che analizza le potenziali modalità di guasto e gli effetti che questi possono provocare, con l'intento di eliminare o ridurre il rischio ad esse associato. L'analisi FMECA utilizza il criterio bottom-up, cioè parte da una struttura elementare, ne individua i modi di guasto (failure modes) e le conseguenze per quel componente; passa poi a determinare l'effetto provocato al livello superiore, per arrivare infine, a precisare il risultato finale (top event) procurato all'apparecchiatura in esame.

L'analisi dei modi di guasto comporta la descrizione di tutte le possibili modalità di rottura o comunque di errato funzionamento di ogni singolo componente. Il concetto di *failure mode* è strettamente correlato al concetto di guasto inteso come "*cessazione dell'attitudine di un 'entità ad eseguire la funzione richiesta*" (UNI 10147/UNI 9910).

Una volta trovati i possibili *failure modes* è importante determinare gli effetti che possono provocare. Per avere un'indagine più accurata generalmente, si effettua la distinzione tra *local effect*, che è la conseguenza provocata al livello della struttura analizzato, il *next effect*, che è l'effetto riportato al livello di scomposizione immediatamente superiore e l'*end effect*, quello che si riscontra a livello dell'*assembly* finale.

La *criticality analisys* (CA) , consente di fare stime quantitative sulla criticità dei vari elementi grazie all'introduzione di alcuni indici quali *severity, detection ed occurrence*.

La *severity* è l'indice di gravità ed esprime la magnitudo di un effetto, permettendo di stimare le conseguenze di un potenziale modo di guasto. L' *occurrence* esprime la frequenza di accadimento del guasto. La *detection* è il parametro che esprime la capacità di rilevare o meno la causa di guasto.

Il parametro usato per correlare questi tre indici è il *Risk Priority Number* (RPN). Il RPN è infatti definito come il prodotto *di occurrence, detection e severity*.

RPN = SEVERITY x OCCURRENCE x DETECTION

Tale numero evidenzia la criticità dell'elemento studiato. La distribuzione del RPN secondo i modi di guasto presi in esame nella nostra esperienza in azienda è descritta dalla Figura 4. In questa fase di introduzione della politica predittiva si può pensare di prendere in considerazione soltanto gli elementi che presentano RPN elevati. Abbiamo quindi cercato di trovare un valore dell'indice che delimitasse gli elementi più critici, nel nostro caso abbiamo notato che già sopra il valore di 56 avevamo come effetto finale del modo di guasto il blocco della produzione o gravi conseguenza per la sicurezza, quindi abbiamo assunto tale numero come limite inferiore per la nostra analisi

Scelta del metodo di ispezione migliore.

Selezionati gli elementi preposti a manutenzione predittiva, ci troviamo di fronte principalmente a tre problemi:

- Il bene da esaminare si può ispezionare con le tecniche tipiche della manutenzione predittiva?
- Quale tipo di tecnica è più idonea per apprezzare lo stato di degrado del componente?
- A chi mi devo rivolgere per fare le varie ispezioni? È più conveniente avvalersi di strumenti propri e personale interno all'azienda o rivolgersi ad aziende che prestano questo tipo di servizi?

Alla prima domanda si può facilmente rispondere seguendo le indicazioni della UNI 10366 che mette in risalto l'importanza di poter percepire ed elaborare in maniera proficua i segnali deboli emessi dal componente. Per scegliere la tecnica di ispezione migliore bisogna studiare bene i pregi ed i difetti delle varie metodo-

logie di indagine ed individuare tutti i segnali che la macchina può trasmettere, senza dimenticare che non esiste una tecnica "ottima" rispetto alle altre, ma l'applicazione di diverse appropriate metodologie di indagine concorre all'approfondimento. e conferma .della diagnosi. Nel nostro caso la scelta per i componenti meccanici è caduta principalmente nell'analisi tribologica e vibrazionale, mentre per quelli elettrici nella termografia.

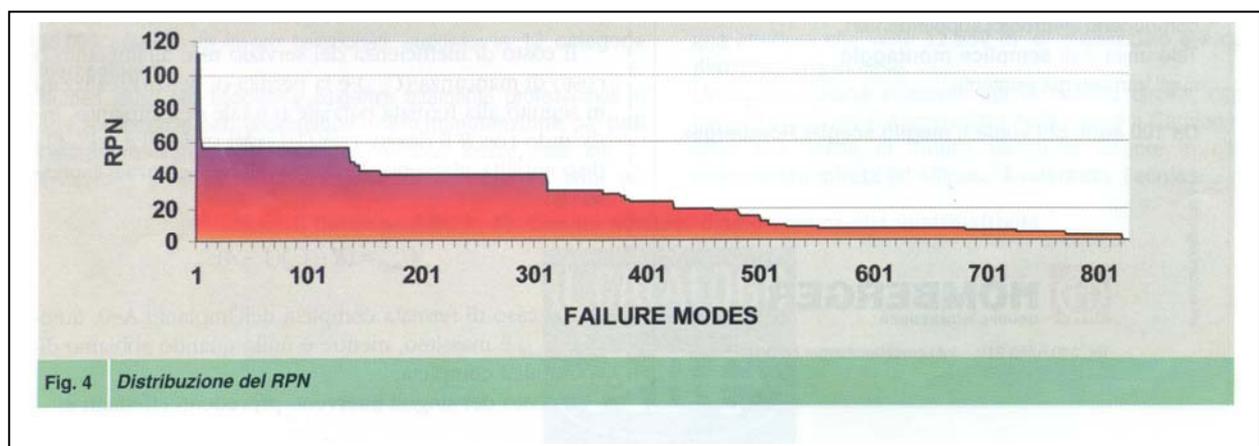
Nella fase iniziale non abbiamo pensato opportuno introdurre a priori analisi incrociate, ma avvalersene soltanto nei casi particolari in cui le misure riportino valori allarmanti in cui è difficile individuare la causa dell'anomalia.

La risposta al terzo punto è legata alle dimensioni dell'azienda, al numero dei campionamenti da effettuare ed ai metodi di indagine scelti. Nel nostro caso l'introduzione della nuova politica per il momento riguarda soltanto uno stabilimento di medie dimensioni, è stato scelto quindi di rivolgersi ad aziende offrono servizi di manutenzione (out-sourcing).

Operando in tal maniera si hanno numerosi vantaggi:

- Non c'è un grosso investimento iniziale: l'azienda che fornisce il servizio viene pagata in base al lavoro svolto e al numero delle misurazioni effettuate;
- Non ci sono spese per la formazione del personale e non bisogna necessariamente assumere personale particolarmente qualificato nel settore;
- Gli strumenti usati sono i migliori in commercio, rispettano le norme più restrittive in materia e vengono periodicamente tarati;
- Il personale impiegato dalle aziende offrenti out-sourcing è altamente qualificato, ha conoscenze e molta esperienza nel settore, in quanto è spesso l'unica mansione a cui è preposto;
- I dati rilevati possono essere messi in relazione ad altre situazioni simili, sicuramente esistenti nell'insieme delle ispezioni effettuate per i vari clienti.

Per contro collaborando con aziende che prestano servizi non abbiamo sempre a disposizione gli strumenti d'indagine, le ispezioni di solito hanno una scadenza prefissata e seguono ronde pattuite, per cui non si riesce ad analizzare quei componenti che danno contemporaneamente anomalie e segnali di cattivo funzionamento percepiti dall'operatore o dal manutentore.

Fig. 4 Distribuzione del RPN

Valutazione economica (modelli di costo).

Il metodo non risulta esauriente se non riusciamo a quantificare il guadagno che può scaturire dall'introduzione di un approccio di questo tipo in azienda. Per far questo ci si può avvalere di semplici modelli di costo, già presenti in letteratura, per quantificare il costo della manutenzione precedente (nel nostro caso correttiva e preventiva a periodi costanti).

La manutenzione predittiva è comunque sempre una manutenzione su condizione, che ha corretta applicazione : fino a che la somma tra il costo dell'ispezione (C_i) e dell'intervento preventivo programmato (Cp) è minore dell'intervento a guasto (Cg):

$Ci<Cp<Cg$ $\qquad$ $Ci<Cg-Cp$

Il costo di inefficienza del servizio reso all'impianto o costo di mancanza (Cineff) è la perdita di denaro realizzata in seguito alla fermata parziale o totale dell'impianto. Indicando con R il ricavo, con Cv i costi variabili e con A la disponibilità, abbiamo che il costo di inefficienza è espresso da:

$$C_{ineff} = (R - Cv)(I - A)$$

nel caso di fermata completa dell'impianto A=0, quindi il Cineff è massimo, mentre è nullo quando abbiamo disponibilità completa.

Il costo dei singoli interventi precedenti effettuati è:

$$Cg = C_{ineff} \times (t_d + t_a + t_r) + C_{PERS} \times t_r + C_{ric}$$

$$Cp = C_{ineff} \times t_r + C_{PERS} \times t_r + C_{ric}$$

dove: Cg è il costo del singolo intervento a guasto, Cp è il costo del singolo intervento preventivo, C_{INEF} è il costo di inefficienza per ora, td è il tempo di diagnosi in ore, t_a è il tempo di attivazione in ore, tr è il tempo di sostituzione in ore, C_{PERS} è il costo orario per il personale impiegato nell'intervento, C_{ric} è il costo del ricambio.

Riportando tali costi rapportati alle ore di lavoro abbiamo per la manutenzione a guasto (accidentale, C_A):

$C_{i\,=}\, C_g/MTBF$

mentre per la manutenzione preventiva a periodi costanti (Cppc):

$Cppc = Cp.R(t) + 'C_g[I-R(f)]\ /MTBF\ P$ $\qquad$ $MTBF = \int_0^{tp} R(t)$

MTBF è il *mean time between failure* espresso in ore ed è stato calcolato considerando un tasso di guasto costante, il MTBF è l'aspettativa del tempo di vita del componente per un periodo di cambio programmato Tp.

I valori riguardanti la manutenzione precedentemente svolta devono poi essere messi a confronto con la stima del costo della possibile manutenzione predittiva. L'espressione scelta per calcolare tali costi è la seguente:

$$C_{PRED} = \frac{C_{PERS} \cdot t_r + C_{ric} + C_i \cdot \frac{MTBF}{\Delta Tisp}}{MTBF}$$

$$C_{PRED} = \frac{C_{pers} \cdot t_r + C_{ric}}{MTBF} + \frac{C_i}{\Delta Tisp}$$

dove: Cpred è il costo orario per manutenzione predittiva, ΛTsp è il periodo di tempo consigliato tra due misurazioni effettuate nel solito punto.

La formula adottata ha senza dubbio numerose limitazioni:

- non tiene conto dell'affidabilità degli strumenti utilizzati in relazione ai componenti esaminati;
- ΛT di solito non è costante ma varia in base ai risultati delle misure e in relazione al confronto con i valori precedenti;
- anche in questo caso è stato ipotizzato un rateo di guasto costante;

- al denominatore è stato riportato il valore di MTBF, anche se nella realtà la stima della vita residua, effettuata in seguito alle misurazioni, è sempre cautelativa.

Anche con le limitazioni sopra elencate, si riesce comunque a dare una buona stima del costo della manutenzione predittiva, nell'ipotesi di Service di Manutenzione e qualora gli strumenti utilizzati riescano a prevedere totalmente i mal funzionamenti.

Il raffronto dei valori trovati per la manutenzione predittiva sono stati nel nostro caso alcune volte anche di un ordine di grandezza inferiore al precedente metodo di manutenzione, motivando l'introduzione della nuova filosofia in azienda.

Un ulteriore sviluppo del lavoro è stato quello di affinare il modello di calcolo dei costi legandolo alla curva dei tassi di guasto del componente, o nel caso in cui non fosse presente, fornendo degli strumenti per modellarla piuttosto semplicemente. Introducendo degli strumenti di simulazione, quale quello che ci accingiamo a descrivere, è possibile avere indicazioni a priori del rapporto costi benefici ottenibili da una strategia e confrontare i risultati di diversi scenari.

La valutazione della disponibilità e dei costi di manutenzione di un sistema complesso costituito da più elementi, ciascuno con più stati di funzionamento possibili, è un problema praticamente non risolvibile per via numerica, con approssimazione accettabile. Per la stima anche economica degli effetti futuri di un nuovo piano di manutenzione è quindi necessario ricorrere ad un software di simulazione, scelto tra quelli presenti sul mercato che si ispirano ai principi dell'RCM (*Reliability Centered Maintenance*) ovvero manutenzione basata sull'affidabilità) e che permetta, sulla base di database aggiornabili in continuo, di ricavare distribuzioni della probabilità di guasto aderenti al contesto operativo, di poter inserire il tipo di intervento diversificando gli effetti che avrà sull'item e sulla probabilità che questo si guasti di nuovo (*As good as new o As good as old*) e che consenta di valutare un confronto sulla disponibilità e sui costi tra le diverse politiche di manutenzione in modo da convalidare ed affinare la scelta operata. Questi strumenti fanno ricorso a metodi di campionamento simulato, cioè simulano la situazione nella quale si vuole calcolare la probabilità di un certo evento. La frequenza osservata di un certo evento costituisce una valutazione della probabilità di quell'evento (sempre che il campionamento sia stato simulato per un consistente numero di volte).

Questa simulazione prende il nome di metodo di Montecarlo.

La scelta della "potenza di simulazione" dello strumento dovrebbe essere commisurata alle dimensioni aziendali. Per una piccola o media impresa, per la quale l'obiettivo principale è quello di avere un supporto alla progettazione della manutenzione, con un investimento accettabile, senza necessità di onerosi corsi per l'implementazione, sono disponibili, sul mercato informatico, prodotti caratterizzati da rapidità e semplicità nell'utilizzo, che sono magari meno configurabili di altri più potenti e complessi, ma che garantiscono buone indicazioni per abbassare sensibilmente i costi del sistema manutenzione.

Il tempo necessario per la simulazione, una volta effettuata l'anagrafica dell'impianto e la sua scomposizione geografico-funzionale, è assai breve se si dispone di uno strumento software del tipo di quello sopra descritto: conoscendo i dati di costo e quali mezzi sono necessari per le varie attività di manutenzione, un confronto su più scenari può essere effettuato in meno di un'ora di lavoro.

E' però necessario, per avere dei risultati delle simulazioni affidabili, mantenere un database aggiornato degli eventi di guasto, almeno per le entità significative del programma di manutenzione.

Per la scelta di una politica di manutenzione efficace in termini di costi e di disponibilità è necessario disporre di andamenti del tasso di guasto il più possibile aderenti alla realtà operativa del sistema. La semplice conoscenza dei MTBF riportati in letteratura non è sufficiente per la simulazione, perché disporre di un solo parametro porta alla modellazione a rateo di guasto costante che, rendendo ingiustificata la manutenzione di tipo preventivo e non permette un valido confronto con la strategia reattiva o con quella predittiva.

CBR = (COSTO CON ATTIVITA' SPECIFICATA)/(COSTO SENZA ATTIVITA 'SPECIFICATA)
OBR= (CRITICITA' 'OPERATIVA CON ATTIVITA' SPECIFICATA)/(CRITICITA' OPERATIVA SENZA ATTIVITA' SPECIFICATA)

I parametri precedenti si ottengono dalle simulazioni e offrono un'indicazione quantitativa del ritorno economico e operazionale di un'attività di manutenzione, permettendo anche un confronto fra le strategie di manutenzione che presuppongono gli stessi tipi di intervento a guasto (l'ultima condizione garantisce lo stesso valore a denominatore nei parametri di confronto).

I valori di criticità rappresentano la severità degli effetti associati con la causa, combinati con la loro frequenza di accadimento. Particolare importanza riveste il rapporto CBR, visto che tiene conto anche dei costi di mancata produzione e che, nell'impianto in cui abbiamo testato il software RCM Cost, il blocco della produzione comportava soprattutto conseguenze economiche e non l'interruzione di un servizio essenziale.

Dalla simulazione risulta evidente come una strategia predittiva sia in grado di contenere notevolmente i costi derivanti dal fermo impianto. Anche la predittiva deve essere impostata con la giusta frequenza e mirata a quei componenti la cui cura di tasso di guasto ricalca la forma a vasca da bagno".

La simulazione aiuta a valutare anche se le ispezioni sono eseguite con frequenza inadeguate, evidenziando un intervallo ottimale (Figura 7)

Per certi *equipments*, la storia dei guasti e l'esperienza personale possono fornire un'indicazione di quando ci si può aspettare l'evento che porta alla necessaria attività di manutenzione. Se vi è una carenza di informazioni, possiamo utilizzare questa esperienza personale per modellare le distribuzioni di guasto ed iniziare le simulazioni.

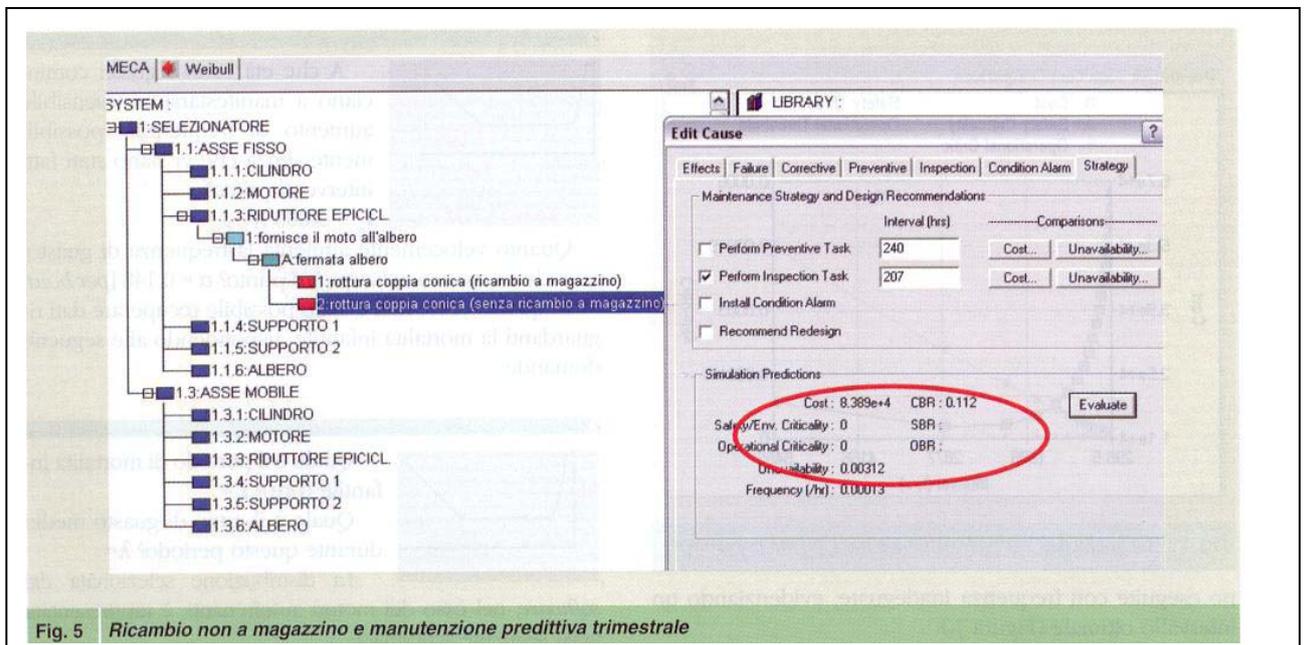



Fig. 5 ***Ricambio non a magazzino e manutenzione predittiva trimestrale***

Per questi motori sono state individuate tre informazioni:

- il rateo di guasto tipico dell'età media,
- il momento in cui tale rateo di guasto aumenta,
- il tasso di crescita di tale aumento.

Riportiamo di seguito il questionario che abbiamo usato per recuperare i dati di guasto. La struttura di questo questionario ricalca il "Failure wizard' implementato nel software che sulla base delle seguenti risposte seleziona un'appropriata combinazione di distribuzioni per rappresentare le caratteristiche di guasto selezionate dall'utente.

Avremo quindi:

linea produttiva:	FORMATURA
impianto o gruppi macchina:	PRESSA A CATENARIA
macchina-gruppi funzionati:	MOVIMENTAZIONE CATENARIA
equipment:	MOTORE

La scelta di un'azione preventiva da effettuarsi a 2.000 ore di funzionamento viene confermata dalla simulazione raggiungendo, fra i possibili intervalli, i rapporti di costo e di criticità operativa minimi, rispetto alla sola attività correttiva (CBR=O,6424; OBR=O,5769).

Si nota anche qui, che un'ipotetica attività di ispezione che riesca ad individuare (con una probabilità dipendente dall'intervallo di ispezione e dall'intervallo P-F) l'insorgenza del guasto potenziale, abbassando sensibilmente i costi di fermata della linea, può portare, secondo la simulazione, ad un ulteriore beneficio. In conclusione riteniamo di aver sperimentato uno strumento rapido da usare, idoneo anche a personale non estremamente specializzato, che, con un investimento accettabile, fornisce un supporto alla progettazione della manutenzione.

E' importante che comunque in azienda si affermi quella "cultura del dato" che spesso manca, ma senza la quale ogni analisi e strumento, anche fra i più sofisticati, non sarà mai in grado di fornire risultati attendibili.

Altri aspetti della manutenzione – Emissioni fuggitive

(sintesi dall'articolo F. Apuzzo - Manutenzione Marzo 2003*)*

Emissioni fuggitive: identificarle, monitorarle, quantificarle e ridurle

Descrizione dell'adozione di azioni pianificate per il contenimento delle emissioni diffuse e la valutazione qualitativa e quantitativa dei risultati ottenuti

L'identificazione delle sorgenti

Inventariare tutti i componenti di processo, genericamente classificati in inglese come Equipment Leak, è il punto zero di qualsiasi progetto riguardante questa classe di emissioni. Identificare le sorgenti significa cominciare a dimensionare il problema delle emissioni fuggitive, perché la dimensione dell'inventario, ovviamente correlata alla dimensione dell'impianto, può in qualche modo già prefigurare l'ordine di grandezza atteso per le emissioni fuggitive.

Esso deve essere organizzato per «classe di componente» e per stato fisico del fluido processato. Per esempio: Valvola servizio Gas oppure Valvola servizio Liquido Volatile.

Tale distinzione è essenziale perché EPA associa un'equazione per ogni classe di componente per tipo di servizio.

Nell'ipotesi di attività batch allo stesso componente possono essere attribuiti fluidi e servizi differenti. L'inventario sarà infine riorganizzato per sottoinsiemi che corrisponderanno a gruppi di componenti, che saranno oggetto d'ispezione nella medesima campagna, omogenei per dislocazione e appartenenza ad una parte di un'unità.

Il piano di monitoraggio e il controllo delle Emissioni Fuggitive

Come precedentemente detto, anche la gestione delle Emissioni Fuggitive, quale sottoinsieme delle Emissioni Diffuse, dovrà essere affrontata in termini pianificati ossia in base ad un piano che preveda l'identificazione delle sorgenti, il piano di controllo, la frequenza di monitoraggio, la strategia adottata per la loro riduzione, la quantificazione attraverso una stima che convergerà poi su EPER, European Pollulant Emission Register.

Il ruolo della manutenzione per la protezione dell'ambiente

(sintesi art. di G. Merenda - Manutenzione Marzo 2003)
Rilevamento dell'inquinamento acustico: strumentazione e tecniche di misura nella progettazione, costruzione e affidabilità degli impianti industriali e civili

Il rumore nell'ambiente

La normativa antinquinamento, espressa dalla Legge n. 447/95 e successive modifiche ed integrazioni, è uno strumento che regola i rapporti fra la Pubblica Amministrazione ed i cittadini. Essa pone principalmente dei limiti alle immissioni sonore negli ambienti esterno ed abitativo.

Si tratta di limiti assoluti, o di zona, e di limiti differenziali; i primi riguardano l'ambiente esterno, i secondi gli ambienti abitativi. I limiti previsti dalla normativa antinquinamento devono essere intesi come soglia dell'accettabilità di una immissione sonora nell'ambiente considerato, cioè nell'ambiente disturbato (in questo caso il ricettore dell'immissione sonora è l'ambiente). Essi non consentono di valutare la tollerabilità di una immissione sonora subita da una persona (in questo caso il ricettore dell'immissione sonora è la persona).

Il rumore sul posto di lavoro

La normativa a tutela del lavoratore è espressa nel D.Lgs. n. 277/91. La tutela si attua nella valutazione del rischio, cioè determinazione della dose di rumore eccepita dal lavoratore e relativo inquadramento in una delle quattro classi di esposizione: fino ad 80 dB[A], fino ad 85 dB[A], fino ad 90 dB[A], oltre 90 dB[A].

Piano di manutenzione, magazzino ricambi, risultati economici

(Sintesi art. R. Minelli, Atti XX Convegno Nazionale AIMAN Bologna 20/02/2003)

Fasi della progettazione del piano di manutenzione

La costruzione del piano di manutenzione con la scelta degli interventi, delle scadenze, della attrezzatura e degli strumenti diagnostici, si basa innanzitutto sui requisiti standard di affidabilità, qualità, costo è un requisito fondamentale. per gli impianti.

Gli standard dovrebbero venir stabiliti dalla direzione di produzione, qualità, sicurezza ed espressi in forma chiara e misurabile, e discussi con il servizio manutenzione. Anche se manca la codificazione di standard chiari e definiti, in realtà questi esistono intrinsecamente e fanno parte della missione aziendale.

Altresì deve essere predisposto, se già non esistente, un sistema per la raccolta dati che consenta attraverso i consuntivi di operare i miglioramenti necessari al piano formulato: infatti si migliora solo ciò che si conosce.

Partendo dai requisiti richiesti, il modo con cui è possibile costruire un piano di manutenzione e il relativo magazzino ricambi ha, un aspetto che si può definire "piramidale" con tre approcci diversi che si possono chiamare "a sensazione", "del costruttore" e "analitico".

L'esperienza rappresenta la base per la pianificazione dei lavori "a sensazione", infatti il piano viene realizzato sulla base dell'esperienza personale dei manutentori e dei conduttori d'impianto.

Subito sopra c'è il piano che può essere realizzato partendo dai consigli del costruttore, che generalmente è il primo a sperimentare il suo prodotto e a formulare il piano di manutenzione specificando i relativi ricambi; il piano di manutenzione del costruttore può essere integrato con le esperienze dell'utilizzatore ma: l'analisi prima è fatta dal costruttore.

Il vertice invece costituisce il piano realizzato attraverso un'analisi tecnico-economica tipo FMECA e/o partendo da dati consuntivi, ed è fatta dalla struttura che lo utilizzerà.

In quest'ultimo caso, occorre essere già in possesso delle informazioni necessarie ed avere il supporto delle altre funzioni.

(per un esempio di organizzazione della Manutenzione in grandi complessi, raffineria, vedi Manutenzione Agosto 2003 "Analisi e Integrazione di due Strutture ecc.")

Il valore della sicurezza nella manutenzione degli impianti

(sintesi art. M. Cattaneo - Manutenzione Marzo 2003)

La sicurezza dei manutentori in base alle considerazioni a margine della ricerca AIMAN-AIAS

La sicurezza del manutentore

L'esposizione ai rischi.
L'origine degli infortuni.
I fattori ambientali: organizzazione aziendale,
Politica e terziarizzazione

Non dovete chiedervi "*cosa fanno i manutentori per la sicurezza?",* ma "*cosa fate per la sicurezza dei manutentori?".* Il personale addetto alla manutenzione in Italia supera 1.000.000 di unità, oltre cinque volte il personale che lavora nel settore chimico. Di questi oltre 600.000 addetti operano in società specializzate, nei servizi e nelle aziende di costruzione, il resto prevalentemente è occupato nell'industria (e circa 100.000 unità, pari al 25% nella manutenzione civile). Gli infortuni sono oltre 90.000 (di cui circa 100 mortali), che causano ogni anno una perdita di oltre 10 milioni di giornate lavorate.

Complessivamente nel nostro paese si spendono quasi 30 Miliardi di Euro (55 mila Miliardi di Lire nel 1996) 2 per far fronte agli infortuni sul lavoro dei quali circa il 9,5 % sono spesi per i Manutentori. Il fenomeno si presenta dunque imponente in tutta la sua gravità. Dai risultati della ricerca emerge che oltre 73.000 infortuni (circa. il 75%) dipendono da azioni prodotte dallo stesso infortunato, mentre solo 10.000 infortuni (c.a. l'11%) sono da considerarsi «inevitabili» (è piuttosto velleitario pensare ad una situazione «rischio zero» o «infortuni zero»)

La telemanutenzione: bisogno ed opportunità

(sintesi art. G. Perotti - Manutenzione Ottobre 2004)

Sfruttando le potenzialità delle risorse telematiche attuali e l'abitudine al loro uso, la manutenzione può diventare un servizio più affidabile, rapido ed economico ottimizzando l'impiego di tecnici e apparecchiature

Manutenzione per via telematica

Nella realtà odierna la possibilità di effettuare la manutenzione a distanza, ancorché parzialmente, costituisce una necessità ed al tempo stesso un'utilità ed un'opportunità; ciò emerge da alcune considerazioni evidenti in merito alle tecniche manutentive ed i vincoli seguenti.

1. La diagnosi dello stato di una macchina o di un impianto, in generale di un bene, trae giovamento dall'uso di rilevazioni strumentali; l'investimento in strumentazione è ammortizzato più rapidamente se solo la parte di acquisizione s'installa a bordo macchina, mentre la restante si colloca centralmente così da condividerla tra tutte le utenze ad essa collegate grazie alla telemanutenzione.
2. Le regolazioni e le messe a punto conseguenti a derive qualitative e prestazionali si effettuano sempre più elettronicamente; anche in questo caso, come già al precedente punto1, basta installare a

bordo mezzo solo gli attuatori e l'elettronica di comando mentre quella di elaborazione può risiedere centralmente ed essere condivisa.

3. La complessità tecnologica dei mezzi comporta l'impiego di personale altamente specializzato per effettuarne la manutenzione ma del quale l'azienda non sempre dispone; tale personale aumenta la propria disponibilità se riduce il tempo impiegato per i trasferimenti, operando da remoto. Lo specialista controlla lo stato del bene per via telematica, formula l'intervento da effettuare, poi lo comunica a voce o anche in video al manutentore (generalista) presso il mezzo e poi lo assiste durante l'esecuzione.
4. La documentazione tecnica aggiornata è un elemento indispensabile alla buona riuscita di un intervento, soprattutto se eseguito in seguito ad un guasto; manuali di manutenzione e disegni archiviati su supporto elettronico sono facilmente accessibili telematicamente anche se non residenti a bordo macchina e sono rapidamente aggiornabili.

I quattro punti sopraccitati beneficiano della telemanutenzione sia in termini di riduzione costi, sia di aumento della disponibilità di: strumentazione, tecnici esperti, documentazione.

Scelte strategiche per lo sviluppo dell'energia nucleare: Un approccio alla manutenzione basato su tecniche di Intelligenza Artificiale

(sintesi art. G. Sestetti - Manutenzione Settembre 2004)

Fattore di carico: un indice della economicità

L'affidabilità di un impianto nucleare riveste un ruolo particolarmente importante per le seguenti considerazioni:

- l'incidenza del capitale sul costo dell'energia prodotta è elevata in assoluto e maggiore di quella delle centrali tradizionali
- l'affidabilità è un indice del valore tecnologico dell'impianto e quindi della relativa sicurezza;
- la riparazione di eventuali guasti al sistema è molto più difficile e onerosa se riguarda sistemi in cui sono presenti radiazioni.

Errori umani e manutenzione aerea

(sintesi art. A. Trasi – Manutenzione Febbraio 2005)

Virtual reality, Human Factors e Formazione Tecnica: Esperienze nel dominio della manutenzione aeronautica

La manutenzione in genere, e quella degli aeromobili in particolare, è una attività molto complessa che richiede strategie di programmazione e pianificazione del lavoro, controllo delle operazioni e competenze operative specifiche.

In generale le operazioni di manutenzione svolte in un hangar o direttamente in linea (durante le soste in aeroporto) comprendono pratiche di lavoro e attività diversificate, molte delle quali sono comunque riconducibili ad un insieme di categorie di base come:

1. Assegnazione del task
2. Preparazione dei materiali e dei documenti e successivo accesso all'area di lavoro
3. Ispezione sullo stato dei sistemi/componenti dell'aeromobile
4. Rimozione/Sostituzione di diversi componenti
5. Riparazione/Revisione/Troubleshooting dei componenti rimossi e controllati
6. Chiusura del task

Tali attività sono svolte da diverse unità di lavoro, squadre operative, che vengono divise per zone dell'aeromobile e facilitate da diversi gruppi di supporto (i.e, engineering, planning, materiali, ecc.). In ogni gruppo, ogni individuo lavora in un contesto di dipendenza con altri gruppi operativi;. inoltre i task di manutenzione vengono spesso effettuati con strumenti o risorse inadeguate o non disponibili al momento, in spazi angusti e quasi certamente con delle forti limitazioni temporali e commerciali.

In tale prospettiva, una simile attività è «*inevitabilmente*» costretta ad affrontare problemi di errore umano e procedurale che possono causare inefficienza o riduzione di sicurezza.

In particolare, gli errori di manutenzione e ispezione riconducibili ad errore umano mostrano un notevole impatto nel dominio della sicurezza aerea. Un recente studio internazionale condotto dalla Boeing su 220 incidenti aerei ha identificato come seconda causa associata a tali eventi gli «Errori di manutenzione e ispezione (34/220)»

Un’altra analisi dettagliata su un totale di 94 eventi incidentali occorsi dal 1959 al 1983 in tutto il mondo riporta che il 12% degli incidenti ha come causa «deficienze in manutenzione e ispezione»

Manutenzione: riassumendo ed esemplificando:

Indici di controllo significativi

- STATISTICI: RIFERITI A UNA SITUAZIONE REALE GIÀ AVVENUTA
- PROBABILISTICI: RIFERITI AD UNA SITUAZIONE POTENZIALE
- TASSO DI GUASTO: QUALSIASI EVENTO NON PROGRAMMATO CHE DETERMINA SPOSTAMENTI QUANTITATIVI O QUALITATIVI DAGLI STANDARD DI PRODUZIONE PREFISSATI.

Responsabile di manutenzione

HA LA RESPONSABILITA' DEL COORDINAMENTO E DELLA GESTIONE DEL SERVIZIO ASSICURANDO LIVELLI ADEGUATI DI EFFEICIENZA ED EFFICACIA

A LUI SPETTA DI:

- DEFINIRE E ATTUARE LE POLITICHE DI MANUTENZIONE
- DEFINIRE LE SCELTE RELATIVE AI RAPPORTI D'APPALTO ASSICURANDONE LA SUPERVISIONE
- ASSICURARE UNA CORRETTA GESTIONE DEL BUDGET
- PROVVEDERE ALL'AVVIAMENTO DEI NUOVI IMPIANTI
- ASSICURARE UN ELEVATO LIVELLO DI SICUREZZA DEGLI IMPIANTI
- ELABORARE INTRODURRE NUOVE TECNICHE ORGAN IZZATIVE
- CURARE LA REGISTRAZIONE DEI DATI STORICI SIGNIFICATIVI RELATIVI AGLI INTERVENTI EFFETTUATI SUL MACCHINARIO

La manutenzione del software

(sintesi dal testo di R. Pressman – McGraw-Hill 2^ ed.)

Un discorso analogo e per certi aspetti simile può essere fatto per il SW, tenendo sempre a mente che il SW, contrariamente all’HW è un Sistema/Oggetto immateriale.

La crescita dei sistemi informatici si accompagna all'espansione delle "librerie software". Decine di migliaia di istruzioni di programma nascono dai progetti sviluppati internamente a un'azienda; centinaia di migliaia provengono da prodotti acquistati all'esterno. Tutte quelle istruzioni, devono essere corrette in caso di errori, modificate quando l'utenza avanza nuove esigenze, adattate a nuovi dispositivi hardware. Queste attività sono collettivamente designate dal termine “*manutenzione del software”.* La manutenzione comincia ad assorbire risorse a una velocità allarmante.

Indipendentemente dall'area applicativa, dalle dimensioni del progetto e dalla sua complessità, le operazioni coinvolte nella realizzazione di software si articolano in tre fasi generali;

1- Fase di definizione
2- Fase di sviluppo
3- Fase di Manutenzione

Si possono poi individuare quattro tipi di modifiche:

1. **Correzioni** Anche in presenza delle migliori tecniche di controllo della qualità. è probabile che gli utenti scoprano difetti nel prodotto software. La *Manutenzione Correttiva* modifica il software allo scopo di eliminarne i difetti.
2. **Adattamenti** Con il passare del tempo, è probabile che si evolva l'ambiente (ad esempio il. Sistema Operativo, le_regole aziendali, le caratteristiche esterne del prodotto) per cui il software è stato sviluppato. La *Manutenzione Adattiva* consiste in modifiche al software tese ad adattarlo al nuovo ambiente operativo.
3. **Migliorie** Con l'utilizzazione del software. emerge l'utilità di nuove funzioni. La *Manutenzione Percettiva* estende il software oltre i requisiti funzionali originari.
4. **Prevenzione**. Il software si deteriora a causa delle modifiche; perciò, allo scopo di garantire che il software svolga il proprio compito rispetto ai suoi utenti, si rende necessaria la *ManutenzionePreventiva,* detta anche *software reengineering. .* In sostanza,la manutenzione preventiva consiste in modifiche che rendano più semplici le correzioni, gli adattamenti e le migliorie

Si potranno perciò dare i seguenti criteri generali sul SW:

<u>Manutenzione</u>

Qualsiasi prodotto software (con l'eccezione del software di tipo "embedded") è soggetto a modifiche dopo la consegna al cliente. Le modifiche si rendono necessarie o perché si sono_scoperti errori, o per adeguare il software a mutate condizioni esterne (ad esempio un nuovo sistema operativo, una nuova periferica), o perché il cliente richiede migliorie funzionali o prestazionali. Nella manutenzione si applicano tutte le fasi necessarie al raggiungimento dello scopo in questo caso a un programma esistente anziché a uno nuovo.

Qualità

Dizionario della lingua italiana di Palazzi e Folena definisce "*qualità*" come "*proprietà, caratteristica [...] di una cosa o persona"*. In quanto proprietà di un oggetto. la qualità rimanda a caratteristiche misurabili, cioè confrontabili con standard prefissati, come lunghezza, colore, proprietà elettriche, malleabilità e così via.

Ciononostante esistono metodi di misura delle caratteristiche di un programma. Le proprietà misurabili comprendono la complessità ciclomatica, la coesione. il numero di punti funzione e di righe di codice, e molte altre.

Nell'esaminare le caratteristiche misurabili di un oggetto, si incontrano due tipi di qualità: la qualità della progettazione e la qualità della conformità

La *qualità della progettazione* rimanda alle caratteristiche specificate dal progettista. Le specifiche relative ai materiali, alle tolleranze e alle prestazioni contribuiscono alla qualità. Materiali migliori, tolleranze più rigide e richiesta di prestazioni più spinte fanno crescere la qualità della progettazione, purché il prodotto sia realizzato secondo le specifiche

La *qualità della conformità* è il grado in cui le specifiche della progettazione sono rispettate nella realizzazione. Maggiore è tale grado, maggiore è la qualità della conformità Nello sviluppo di software, la qualità della progettazione abbraccia i requisiti, le specifiche e la progettazione del sistema. La qualità della conformità s'impernia sull'implementazione: se questa segue il progetto e il sistema realizzato soddisfa i requisiti e gli obiettivi prestazionali, la qualità della conformità può dirsi alta

Affidabilità del software

Non vi è dubbio che l'affidabilità di un programma è un elemento importante della sua qualità complessiva. Se l'esecuzione di un programma porta a ripetute e frequenti malfunzionamenti o interruzioni, poco importa se gli altri parametri di qualità sono accettabili.

L'affidabilità del software, a differenza di molti altri fattori della qualità, si può misurare, indirizzare e stimare sulla base di dati storici e relativi allo sviluppo. L'affidabilità è definita in termini statistici come la "probabilità che un programma operi senza guasti in un dato ambiente per un certo tempo" (Musa, lannino e Okumoto, 1987). Per illustrare la definizione, supponiamo che l'affidabilità del programma X sia stimata in 0,96 per otto ore di elaborazione. In altre parole, se si esegue il programma cento volte, per otto ore (tempo di esecuzione), ci si aspetta che operi correttamente (senza guasti) per novantasei volte. In ogni discussione sull'affidabilità del software sorge una domanda cruciale: che cosa si intende con il termine "guasto"? Sul terreno della qualità e affidabilità del software, un guasto è una difformità rispetto ai requisiti. Anche all'interno di tale definizione, si possono fare distinzioni: un guasto può essere solo fastidioso oppure catastrofico. Ad alcuni guasti si può rimediare nel giro di pochi secondi, mentre per altri occorrono settimane o mesi. A complicare ulteriormente le cose sta il fatto che la correzione di un guasto può introdurre nuovi errori, a loro volta fonte potenziale di altri guasti.

GESTIONE E MANUTENZIONE DEI PATRIMONI IMMOBILIARI

Generalità

Gli immobili, di cui si occupa la manutenzione civile, erano visti fino a non molto tempo fa come con una componente di forte staticità , vuoi per l'uso che per la conservazione, al punto che ancor più che per gli impianti industriali la manutenzione era considerata esclusivamente un centro di costo, un male necessario appena tollerato.

Oggi si ha verso tale settore un approccio sempre più dinamico in cui l'immobile ha al suo interno funzioni più rapidamente modificabili nel tempo e complessità impiantistica sempre più elevata.

A questo purtroppo si deve aggiungere, molto spesso, una qualità costruttiva e progettuale, discutibile e quantomeno approssimata che innesca di per se approcci manutentivi molto intensi nei primi anni del ciclo di vita dell'immobile per riportarlo quanto prima all'uso iniziale prefissato.

La tendenza attuale è poi quella di rendere sinergiche le attività manutentive con quelle gestionali (pulizie, facchinaggio, giardinaggio) vuoi per i dati puntuali e temporali di controllo che le attività gestionali demandate possono offrire alla conduzione e manutenzione dell'immobile (per esempio : controllo e segnalazione apparecchi non funzionanti, uso improprio degli stessi , degradi dei rivestimenti interni ed esterni etc.) vuoi per il controllo a volte molto invasivo delle attività gestionali sulla corretta preservazione del bene immobiliare (per esempio se una squadra di facchini utilizza degli ascensori presenti in un immobile come montacarichi il ciclo di vita utile dei componenti si riduce di gran lunga)

Ultimo e non trascurabile obiettivo che si vuole raggiungere con una corretta gestione integrata del patrimonio immobiliare è quello di mantenere attraverso strategie immobiliari mirate, il più alto valore patrimoniale dell'immobile

La norma UNI 10604 fissa i criteri di progettazione , gestione e controllo dei servizi di manutenzione di immobili

In appendice vengono poi citate altre norme di riferimento.

Lo strumento più significativo per il raggiungimento e controllo degli obiettivi sopraindicati è senz'altro il *piano di gestione e manutenzione* che si definisce come il documento che ha lo scopo di mantenere il patrimonio nella corretta efficienza e funzionalità secondo le esigenze e aspettative della proprietà

In sostanza differisce da un piano di manutenzione industriale perché non si rivolge solo a minimizzare i guasti e i fermi produttivi ma a soddisfare tutte le mutevoli esigenze dell'esercizio immobiliare

Anche la parte contrattuale e prestazionale delle attività analizzate dal piano di manutenzione nel miglior rispetto del budget gestionale può assumere forme e modalità totalmente opposta a quella che riguarda la manutenzione degli impianti industriali.

FACILITY MANAGEMENT E GLOBAL SERVICE

Definizione di Facility Management

(sintesi art. AA.VV.- Manutenzione Dicembre 2005)

La IFMA (International Facility Management Asssociation) considera il F.M. *"la disciplina aziendale che si occupa dell'ottimizzazione dei costi riguardanti lo spazio, l'edificio e i servizi alla persona"* ponendo l'accento soprattutto sull'efficienza e ,come dice la parola stessa, sulla gestione.

Il facility management può definirsi come una strategia di gestione aziendale del patrimonio immobiliare che si occupa di tutte le attività di servizio non aventi carattere istituzionale per la proprietà, ente o azienda che sia, e che non rientrino nel suo core business (ossia nel contenuto centrale dell'attività imprenditoriale).

Un'altra definizione è la seguente: fornitura di una pluralità di servizi di funzionamento da parte di un unico assuntore cui è affidata la conduzione del bene, nonché il coordinamento e la gestione degli eventuali terzi ed il miglioramento del servizio.

Il facility management è rivolto ad aspetti complessi, quali quelli aventi natura finanziaria, tecnologica ed organizzativa dei servizi per gli edifici.

Si tratta della gestione specialistica di ciascun aspetto di carattere meramente esecutivo od operativo che in qualche modo riguardi il patrimonio immobiliare e che curi il fine di garantire l'efficienza di esso in termini di costi e di qualità.

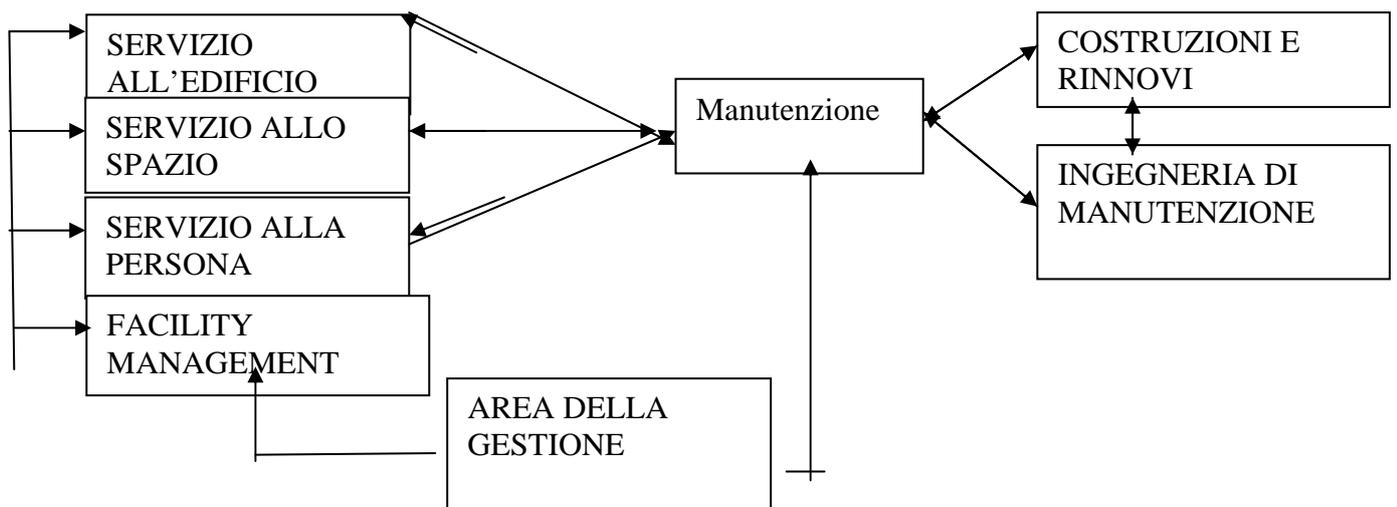
L'interesse aziendale reciproco tra la proprietà e l'impresa di facility management è condizione essenziale per raggiungere un elevato rapporto di collaborazione, al punto che esso tende a sostanziarsi come un legame reciproco tra partner, sia pure temporanei, che abbiano obiettivi condivisi.

L’assunzione in gestione dei servizi immobiliari da parte del gestore è quindi, necessariamente, preceduta da una serie di valutazioni conoscitive preliminari al fine di inquadrare l’attività della proprietà e le priorità da assicurare per raggiungere un elevato livello di rendimento.

Tra di esse possono identificarsi quelle di:analisi delle funzioni da assicurare, con individuazione e valutazione della tipologia del servizio da fornire in base agli obiettivi da raggiungere, i quali ultimi devono essere attentamente definiti dalla proprietà in termini di efficienza, economia, qualità, tempi di esecuzione e caratteristiche peculiari.

E’ pertanto un coordinamento del luogo di lavoro con le risorse umane e con le attività della organizzazione; integra quindi i principi della gestione aziendale, dell’architettura, della tecnica e delle scienze comportamentali.

Pertanto molte imprese delegano anche servizi che rendono più soddisfacenti la permanenza sul luogo di lavoro, quali ad es. asili nido, lavanderie, spacci, e altro che certamente non possono essere considerati il “core business” ma comunque si richiede da parte del management la conoscenza di queste necessità e la loro economica gestione anche se esternalizzata.

Per un maggior approfondimento si può consultare l’articolo “Analisi dei criteri di affidamento dei servizi di gestione” dell’Ing. Claudio Solustri in Manutenzione Marzo 2004.

Premesse e considerazioni

Prima dell'era industriale manutentore e operatore del bene erano la stessa persona; dopo, quando la struttura dei beni, aumentati in quantità e migliorati in qualità, e l'insieme dei loro componenti sono diventati più complessi per tecnologia impiantistica e strumentazione, è stato necessario separare il manutentore dall'operatore, qualificarlo sempre meglio affidandogli compiti sempre più specifici.

La manutenzione ha assunto importanza e si è sviluppata come funzione autonoma nella specializzazione avvalendosi di apparecchiature e strumentazioni che forniscono dati e informazioni ma da elaborare a cura dell'intuizione intellettuale del manutentore.

Ora mentre la definizione italiana di manutenzione come già detto è contenuta nella norma UNI 9910, la missione della manutenzione in termini aziendali consiste nell'assicurare la disponibilità degli impianti al minimo costo; le attività necessarie per raggiungere tali obiettivi sono di natura esecutiva, tecnica, organizzativa, gestionale e consultiva, il tutto come ampiamente esposto nelle pagine precedenti.

Un concetto da tenere presente è che di fronte ai grandi costi richiesti dalla manutenzione preventiva generalizzata si affermano sequenzialmente nel tempo vari modelli uno dei quali è il modello della manutenzione secondo condizione per il quale l'intervento si effettua solo dopo avere verificato in maniera oggettiva, ad esempio con misurazioni, che l'impianto sta per raggiungere il limite dell'avaria; questi modelli sviluppati nel tempo e adottati secondo le varie realtà operative, sono applicabili sia ai processi industriali che al settore immobiliare, così che il miglioramento della manutenzione consegue a:

- Gestione tecnica degli impianti
- Controllo delle prestazioni e dei risultati
- Definizione del budget
- Analisi dei costi

In particolare il controllo delle prestazioni dei risultati è ottenuto attraverso:

- sistema informativo,
- monitoraggio generale,
- banche dati, sensori,
- comunicazioni,
- sistemi esperti.

Importante è raccogliere i dati e analizzarli con professionalità e adeguatezza, così da valorizzare quanto emerge dall'esame e realizzare rapidamente i provvedimenti conseguenti, migliorando l'affidabilità, la manutenibilità, la disponibilità, l'efficienza del sistema in esame.

Nello specifico del settore immobiliare il manutentore non deve limitarsi a riparare ma deve impegnarsi per migliorare l'efficienza dei componenti, contenere i costi, adeguare gli impianti e strutture alle nuove norme di legge, al risanamento urbanistico e a tutte quelle norme dettate dal fascicolo del fabbricato; questo significa orientarsi verso un mantenimento migliorativo.

Mutuando pertanto dalla manutenzione industriale, si individuano i profili di operatori polivalenti e con il compito di gestire il complesso "sistema fabbricato"; questi pertanto debbono possedere non tanto una specializzazione tecnica nel settore ma una cultura della manutenzione; si avranno quindi operatori polivalenti e sempre più integrati con compiti di conduzione, regolazione, manutenzione e pronto intervento.

Occorre purtroppo sottolineare come questa innovativa filosofia della gestione dei beni/servizi, sia spesso intesa come sommatoria di servizi che è opportuno esternalizzare in quanto non costituiscono " core competence" dell'utente.

Al contrario il Facility Management deve avere come missione la valorizzazione del bene/servizio al minimo costo e massima efficienza per cui occorre partire da una profonda conoscenza di ciò che viene esternalizzato, tenendo pure nel conto che questa conoscenza aumenta la sicurezza comprese le persone e tende a conservare l'ambiente

Evoluzione dei servizi di manutenzione: Global Service

(sintesi art. Prof. L. Fedele.- Manutenzione Giugno 2002)

Il numero di imprese che operano nel mercato dei servizi manutenzione è in crescita per il manifestarsi di una tendenza alla terziarizzazione, esclusi solo i settori nei quali l'attività manutentiva deve adattarsi a esigenze prioritarie di produzione.

Sempre più frequentemente si assiste all'offerta di servizi manutentivi o compositi, con piena responsabilità dei risultati da parte dell'assuntore (Global Service), o all'offerta di una pluralità di servizi in ambito topograficamente circoscritto (Facility Management).

Questa terziarizzazione fa si che l'assuntore dei servizi svolti per più aziende possa realizzare importanti economie di scala, migliorare il grado di utilizzazione del personale e ottenere maggiore uniformità del livello di occupazione

L'esternalizzazione di tali servizi è tendenzialmente orientata all'assunzione contrattuale della responsabilità sui risultati da parte dell'impresa appaltatrice(Global Service), con conseguenti semplificazioni organizzative per l'impresa appaltante, e maggiore prevedibilità dei costi.

In relazione a quanto suddetto si può far riferimento alla norma UNI 10145 "*Definizione dei fattori di valutazione delle imprese fornitrici servizi di manutenzione*" nonché norma UNI 10366 "*Criteri di progettazione della manutenzione"*

Esternalizzazione e sue problematiche

L'affidamento a terzi del servizio di manutenzione (dalla semplice terziarizzazione fino al Global Service e Facility Management) comporta per il committente un certo numero di problematiche, di cui le principali sono:

- mantenere il controllo del processo manutentivo
- mantenere il know-how degli impianti
- acquisire il maggior numero di dati soprattutto affidabilistici per migliorare il processo
- fornire la documentazione dell'impianto o della macchina a mantenere
- costruire il processo di manutenzione sulla probabile vita media di quel componente

Le Facility ovvero Terziarizzazione spesso considerate un Centro di Costo, sono invece una necessità se si vuol porre attenzione e risorse al Core Business. Affidare ad altri attività non strategiche significa liberare risorse umane, finanziarie e tecnologiche che possono essere destinate alla costruzione e alla difesa di vantaggi competitivi.

Ricorrendo all'outsourcing, l'impresa crea le premesse del benchmarking (tecnica di miglioramento della gestione immobiliare mediante confronto con altre realtà gestionali), perché consente di confrontarsi con i migliori produttori «competitori». La necessità di focalizzazione esclusiva sulle attività ritenute core business per l'Azienda viene effettivamente soddisfatta solo in presenza di un fornitore cui vengano affidati sia gli aspetti gestionali che quelli operativi del processo. Attraverso il Facility Management e il Global Service, si assiste alla «esternalizzazione compattata», che consente ai gestori di avere un unico contratto, quindi un unico interlocutore, che assume, rispetto al cliente, la piena responsabilità dei risultati, delle scelte progettuali, nonché della pianificazione, direzione ed erogazione dei servizi. Di fronte alla possibilità di terziarizzazione delle attività manutentive la prima analisi necessaria è costituita da un'analisi di fattibilità strategica.

Attraverso tale analisi il committente definisce gli ambiti potenziali e quindi i limiti delle attività oggetto del Global Service. A guidare tale analisi concorre la necessità del committente di mantenere al proprio interno le attività che determinano il proprio vantaggio competitivo e una competenza distintiva nel mercato. Si arriva a una valutazione della fattibilità economica della terziarizzazione solo dopo aver valutato la fattibilità strategica, e quindi definito gli ambiti, la fattibilità tecnico-organizzativa, ossia la realizzabilità operativa

del progetto. L'Assuntore deve garantire lo sviluppo di nuove forme di gestione e miglioramenti tecnologici per agevolare il processo di erogazione dei servizi.

Nascono, di conseguenza, aziende fortemente focalizzate e specializzate che sono in grado di svolgere al meglio l'attività oggetto di outsourcing, avendola assunta a missione aziendale.

Poiché l'Outsourcing generalmente si svolge su tre tipologie : Tecnologico, Applicativo, di Processo, ne segue che l'Assuntore deve essere in grado di sviluppare «capacità ingegneristica» per:

- progettare il servizio
- attuare il miglioramento continuo
- effettuare audit sul servizio fornito per valutare:
    1. qualità degli interventi
    2. prestazioni dei servizi e delle strutture
    3. conservazione degli asset

al fine di garantire un attento monitoraggio dei costi, una valorizzazione degli asset e lo sviluppo del livello qualitativo del servizio erogato. In questi ultimi anni il Global Service di Manutenzione si è affermato come una possibile soluzione alla continua ricerca della riduzione dei costi aziendali contribuendo, allo stesso tempo, all'ottimizzazione del processo produttivo; è ormai consolidato che dotarsi di un'organizzazione focalizzata sullo sviluppo della «core competence», significa garantire un supporto per l'azienda verso il miglioramento dei risultati; affidare quindi la manutenzione a una realtà che ha fatto di quel servizio il proprio «business» consente di ottenere il livello di servizio adeguato alle esigenze attraverso contratti basati sui risultati, come nel caso del Global Service, piuttosto che su prestazioni, come negli appalti tradizionali.

Global Service e Facility Management mutuano i criteri di definizione di politiche di manutenzione, diagnostica tecnica, sviluppo dei sistemi informativi necessari alla gestione del processo.

Le esperienze finora vissute nell'industria possono essere uno stimolo per miglioramento del servizio, sviluppo professionale, sviluppo tecnologico.

Global Service e Facility Management non sono concettualmente diversi anche se si applicano a settori con particolari specificità, anzi, provider che maturano esperienze nei due settori possono arricchire le proprie «capabilities» con un denominatore comune, sviluppare l'Ingegneria di Manutenzione.

I servizi di stabilimento chiavi in mano: evoluzione del G. S.

(vedi artt. AA.VV. - Manutenzione Giugno 2005 sulla criticità)

E' ormai un dato di fatto che negli ultimi anni le aziende stanno concentrando le proprie risorse tecniche e finanziarie nello sviluppo della propria missione aziendale primaria, che normalmente corrisponde al prodotto realizzato per il cliente finale, attraverso una maggiore valorizzazione delle proprie Core Competence.

Questo sta comportando una trasformazione delle organizzazioni tendenti a mantenere all'interno le funzioni di trasformazione legate al Core Business, terziarizzando/esternalizzando tutte le rimanenti funzioni che possono essere affidate a operatori specializzati del settore in grado di garantire all'azienda i livelli voluti di disponibilità dei servizi a costi controllati con particolare riguardo alle loro infrastrutture industriali.

Così facendo, le aziende tendono ad esercitare direttamente il controllo e l'operatività del proprio flusso produttivo acquistando da operatori specializzati attraverso una gara, i principali servizi accessori relativi al processo logistico (materiali) e di manutenzione (disponibilità delle macchine), al funzionamento aziendale (infrastrutture e benessere del personale); ciò porta a formulare un contratto di Global Service di Maintanance and Operations garantendosi i costi e le prestazioni di servizi, ovvero un contratto a risultato.

Ne può seguire che la concentrazione sul Core Competence trasformi l'assetto organizzativo tradizionale delle aziende, dando luogo a configurazioni a reti che consentono alle stesse aziende di intescambiarsi beni e servizi realizzando un equilibrio ottimale tra esigenze contrapposte di flessibilità produttiva e di pianificazione.

Come sopra già detto, il contratto di Global Service ha per obiettivo il trasferimento all'esterno della gestione del servizio nei casi in cui il committente intenda concentrare la sua attenzione e il suo impegno imprenditoriale al core business aziendale e che, evidentemente, ha già operato, scegliendo, la valutazione di convenienza tra make or buy. La nozione del Global Service si poggia sulla filosofia che regola, in maniera integrata, tutti i molteplici servizi manutentivi che hanno attinenza con un determinato bene, impianto o patrimonio immobiliare, o con le attività che in esso hanno luogo, con lo scopo di creare i presupposti per economie di scala nella gestione, unitamente all'efficienza, nelle attività di coordinamento e controllo da parte dell'utente o dell'ente pubblico.

La manutenzione ha quale compito quello di ottenere la disponibilità a produrre o espletare il servizio richiesto che significa garantire un livello di fidatezza dei beni oggetto di manutenzione, laddove fidatezza esprime l'insieme delle proprietà che descrivono la disponibilità e i fattori che la condizionano: affidabilità, manutenibilità e logistica della manutenzione in funzione della criticità dei beni medesimi.

Quanto sopra non sempre giustifica dare all'esterno la Manutenzione; infatti questa può tranquillamente rientrare nel "Core Business" dell'azienda, come dimostra l'art. su Manutenzione 09/04 pag. 35 sull'attività di una Azienda di Trasporto Pubblico.

Il Global Service Integrato

Sul mercato si stanno sempre più organizzando operatori che hanno iniziato ad offrire con formula del Global Service una serie attività tipologicamente varie. Esempi di questo tipo si riscontrano nell'area della amministrazione, delle attività manutentive, dell'information technology, nella logistica dei materiali e nei servizi generali quale la ristorazione, l'igiene ambientale, l'ufficio viaggi, la flotta aziendale, la reception, il centralino, eccetera

È presumibile che un Provider possa essere in grado di garantire livelli di prestazioni richieste ai migliori costi solo se sia posto nelle condizioni di raccogliere tutte le attività da esternalizzare in un unico contratto realizzando allo stesso tempo economie basate su fattori di scala.

Il primo importante passo verso il Global Service di Manutenzione è l'Audit preliminare, potente mezzo per analizzare il Sistema Manutenzione di un'azienda; dall'analisi operata con questo strumento è possibile capire se sia conveniente formulare un contratto di Global Service
(per un esempio di modalità di Audit vedi art. C. Forni - Manutenzione Ottobre 2002;
per Leggi, Disposizioni, ecc. vedi art. E. Pone - Manutenzione, Settembre 2003)

Tra il cliente e provider potrà instaurarsi un rapporto contrattuale basato sui risultati valutati in parametri di disponibilità alla produzione dello stabilimento, di livelli di servizio e di conservazione del patrimonio. È perciò da presumere che l'approccio che pongono un Global Service integrato piuttosto che quello settoriale, sia la vera evoluzione dell'attuale Global Service.

Il contratto di Global Service di Maintanance and Operations

Poiché l'azione dell'assuntore del Global Service è essenzialmente di carattere tecnico e manageriale, ne segue che il piano di manutenzione è uno strumento fondamentale per il perseguimento degli obiettivi oggetto del contratto.

Il piano avrà una previsione strategica impostata sull'intera durata del contratto e una articolazione esecutiva attuata attraverso programmi operativi di cadenza annuale.

La verifica del funzionamento del Global Service passa per l'individuazione e la valutazione di una serie di parametri indicatori della qualità del servizio; i principali sono rappresentati da:

- Grado di soddisfacimento dell'utente
- Trend dei tempi di risposta
- Rapporto fra manutenzione su guasto e quella programmata che deve evidenziare una continua diminuzione percentuale degli interventi non programmati
- Rendimento degli impianti a parità di condizioni.

Tra le clausole del contratto del Global Service dev'essere inserita la Sicurezza con l'obiettivo di ridurre gli infortuni sui luoghi di lavoro.

L'attuazione di questo servizio rientrando ovviamente nel concetto di Manutenzione, si avvale necessariamente di un Sistema Informativo di Manutenzione il quale risulta essenziale per una gestione efficiente per un controllo efficace del Global Service di Maintanance and Operations.

Ne risulta che il passaggio dal vecchio sistema manutentivo ad un sistema di Global Service risulta essere articolato e complesso, in quanto deve tener conto di tutte le esigenze aziendali e il coinvolgimento di tutto il management.

Rimane in ogni caso, prioritario vincere l'attaccamento alle proprie soluzioni, ma cercare di valutare quanto l'introduzione di questo modello organizzativo migliora le strutture consolidate.

Una descrizione più approfondita degli aspetti legali si ha con l'articolo "Il Contratto di Global Service di Manutenzione" dell'avv. N. Leone riportato in Manutenzione Agosto 2003.

Un esempio di studio Global Service

(sintesi da Global Service sulla piattaforma Vega di Castelli-Riso Manutenzione Agosto 2003)

Dall'ottimizzazione organizzativa del Campo Vega avvenuta nel 1999 è emersa la necessità di rendere la struttura della manutenzione più snella, semplice da gestire, con un progressivo disimpegno del personale sociale e con un organico il più possibile flessibile. Il tutto senza penalizzare le condizioni di sicurezza del personale, delle strutture, dell'ambiente e della produzione. Per poter stipulare un contratto personalizzato di global service per il Campo Vega, la struttura tecnica della Edison Gas ha provveduto a:

- definire le competenze delle attività prettamente manutentive e di esercizio da affidare al G.S
- itemizzare e pianificare le criticità di tutte le apparecchiature installate
- compilare la lista di tutte le apparecchiature elettriche, strumentali e meccaniche
- emettere tutte le schede tecniche per la manutenzione conservativa e ispettiva delle apparecchiature
- studiare ed emettere una scheda per la verifica della tipologia degli interventi
- formulare la specifica tecnica e la documentazione necessaria per l'appalto.

Risultati attesi

- Un unico assuntore per le attività di Global Service con gestione diretta
- maggiore Sicurezza per i lavoratori e per le apparecchiature
- migliore gestione ambientale
- buon livello di conservazione degli impianti
- maggiore disponibilità delle apparecchiature
- riduzione prestazione da parte dei tecnici ad alta specializzazione per particolari apparecchiature
- riduzione interventi di manutenzione accidentale
- riduzione costi di manutenzione.

«E' stata adottata una strategia di manutenzione mirata a garantire un alto livello di sicurezza, la salute dei lavoratori, il rispetto dell'ambiente e la continuità d'esercizio».

Operatività nell'ambito di un contratto di Global Sevice

(sintesi art. Presciuttini & Gravina - Manutenzione giugno 2004)

Il lavoro svolto da un team di Global Service per conto del committente descrive i metodi e gli strumenti per dare concretezza agli obiettivi prefissati dalla funzione "Ingegneria di Manutenzione", descrivendo le aree critiche e le problematiche incontrate durante lo svolgimento del progetto di reingegnerizzazione della manutenzione, ponendo particolare attenzione ai fattori abilitanti del processo.

Nel caso di una azienda di trasporto, per "Global Service" si intende la progettazione e l'esecuzione di un insieme di attività che interesseranno una flotta di veicoli a valle della loro messa in servizio.

Obiettivi e composizione del team.

Il mandato specifico di tale struttura deve essere:

- Progettare/riprogettare e ingegnerizzare il processo manutentivo per una linea produttiva
- Misurare e monitorare le performance dei processi
- Sensibilizzare il personale operativo all'utilizzo e al monitoraggio degli indicatori di performances.
- La nuova struttura non si deve sostituire a figure o strutture già presenti con funzioni chiare, al fine di evitare confusione nella gestione quotidiana del lavoro
- Il personale operativo deve rimanere dedicato all'operatività in campo.

Azioni adottate

Le azioni principali adottate dalla terra ma sono:

- Analisi dei guasti e delle criticità (FCA fault and critically analysis)
- Piani di revisione e manutenzione (Review equipment sheet & maintenance plans)
- Miglioramento (Improvement)

Analisi dei guasti e delle criticità

Poiché il guasto è un evento che compromette la funzionalità delle macchine e/o degli impianti di produzione, il team ha ritenuto fondamentale introdurre tra i nuovi modi di lavoro il FCA, il quale si compone di un documento redatto per i settori operativi della manutenzione con l'obiettivo di ricercare le motivazioni tecniche e/o procedurali che hanno provocato il guasto e relativo fermo macchina/impianto. La compilazione di questo documento non segue i tempi ridottissimi degli interventi stessi ma è elaborato e analizzato per concettualizzare l'esperienza acquisita nel lavoro di ripristino macchina/impianto alle condizioni di esercizio ottimali. Tale documento contiene le seguenti informazioni:

- Descrizione della fermata
- Fotografia delle parti interessate
- Causa della fermata macchina/impianto (CFM)
- Causa del guasto (CdG)
- Possibili miglioramenti

Questo documento FCA rappresenta anche un formidabile storico dell'accaduto che viene utilizzato nella elaborazione della SIM

Piani di revisione e manutenzione

Si compone delle seguenti fasi:

Fase di preparazione:

- Standardizzazione dei metodi di lavoro
- Conoscenza Impianti
- Scheda scomposizione macchina
- Scheda attività macchina
- Scheda parti di ricambio
- Scheda improvement

Fase di progetto:

- studio dell'arte
- studio operativo
- verifica e controllo

Miglioramento

Il contratto di Global Service attraverso indici di performance serve a rendere visibile il lavoro svolto non solo come strumento di semplice acquisizione lavori da parte del committente, ma anche di collaborazione propositiva nell'ottica del raggiungimento degli obiettivi comuni che i contraenti hanno sottoscritto.

Tra questi obiettivi vi sono miglioramenti tecnici e di sicurezza attraverso azioni propositive appropriate.

Si può quindi pensare di promuovere il miglioramento della manutenzione attraverso la stesura di un piccolo manuale che spieghi i concetti come idonea procedura da attuare attraverso moduli prestampati che facilitino l'accesso del collaboratore nel formulare la propria proposta.

Poiché tali procedure introducono cambiamenti con impatti su abitudini, tradizioni e modi di lavoro del committente il team di Global Service è bene che si dia alcune regole di comportamento che possono riassumersi in:

- Favorire la partecipazione
- Chiarire la necessità dei cambiamenti
- Dare sufficiente tempo
- Formulare le proposte in una forma semplice
- Trattare le persone con rispetto
- Dimostrare disponibilità su temi non strettamente legati all'ingegneria di manutenzione

SISTEMI INFORMATIVI PER LA MANUTENZIONE (SIM)

Generalità

Si definisce " Sistema Informativo" quel complesso di "Norme, Procedure, Strumenti" atti a raccogliere ed elaborare le informazioni necessarie per la gestione delle attività di manutenzione secondo lo spirito della UNI 10584.

La manutenzione impegna generalmente molta manodopera, per cui il sistema informativo deve essere sempre più un importante strumento operativo per una manutenzione competitiva. Una manutenzione efficiente dipende dal corretto utilizzo della risorsa manodopera, mentre l'efficacia è ottenuta per mezzo di ragionamenti fatti dal personale; da ciò ne consegue l'importanza dell'organizzazione nei processi manutentivi.

Ne segue quindi che il sistema informativo e la formazione del personale nell'uso di questo strumento sono gli strumenti attraverso i quali l'organizzazione può far leva per ottenere i risultati di efficacia e di efficienza desiderati, infatti il sistema informativo in quanto ci aiuta a sapere quando fare una cosa e perché, consente di razionalizzare le azioni organizzative stimolando le idee e indirizzando i processi verso gli obiettivi desiderati

Inoltre sia i grandi complessi produttivi che l'edilizia perseguono l'obiettivo di farsi fornire complesse forme di manutenzione conseguenti un'ampia serie di servizi; queste richieste danno origine ai rapporti di Facility Management e di Global Service. In queste nuove forme di manutenzione i processi di diagnostica avanzata si legano a quelli di programmazione e ciò porta a sollecitare gli utenti affinché informino costantemente i responsabili della manutenzione sulle evoluzioni del degrado sul quale è necessario intervenire; gli utenti divengono pertanto autentici terminali intelligenti del processo manutentivo al quale va collegata la razionale accumulazione delle informazioni provenienti dalle esperienze maturate sul campo e conseguentemente la modalità di archiviazione dei dati di intervento Ne consegue la necessità del Problem Solving per cui il management si deve muovere su tre linee tecniche di azioni:

- Rimpiazzo dei componenti in avaria (manutenzione ordinaria)
- Controllo dell'usura (manutenzione preventiva)
- Modifiche (manutenzione migliorativa)

Queste linee strategiche insieme a tutto quanto suddetto sulla raccolta dei dati statistici servono a determinare i diagrammi di flusso idonei a risolvere il problema specifico e quindi a definire il Sistema Informativo che si adatta alle esigenze di quella particolare manutenzione.

Tra le possibili forme di prevenzione del danno, si annoverano le procedure di Condition Monitoring, che traggono origine dalle ben conosciute procedure di manutenzione preventiva (quella ciclica) cercando di eliminare i costi talvolta ridondanti grazie a un insieme di esami e controlli non distruttivi; è basata su un continuo monitoraggio delle condizioni del componente o impianto attraverso dei parametri che permettono di individuare lo stato attuale e la vita residua prima di agire con un intervento manutentivo

Occorre pure tenere presente che molti impianti industriali sono controllati per mezzo di un Sistema di Controllo Distribuito (DCS); durante la vita degli impianti è necessario un rinnovamento e questa attività è comunemente chiamata Revamping (vedi Manutenzione, Aprile 2002, pag.47 e Gennaio 2004 pag. 33)

Ciò implica che la manutenzione venga eseguita con criteri standardizzati ma validi; non basta che il sistema svolga le proprie funzioni in modo economico, ma occorre che le svolga in modo sicuro; l'aspetto sicurezza purtroppo presenta una visibilità che possiamo definire a posteriori ovvero quando i danni sono stati fatti

Condizioni prestazionali di progetto presuppongono l'osservanza dell'esecuzione di opportune operazioni di manutenzione, che vengono pianificate già nelle primissime fasi del ciclo di vita. Si ribadisce che anche in condizioni di un piano di manutenzione pienamente soddisfacente, risulta di massima importanza che le stesse operazioni di manutenzione vengano effettuate nel rispetto dello stato dell'arte; solo così si può essere certi che il grado di sicurezza necessario venga rispettato.

Conseguenza sufficientemente logica di quanto sopra detto è la registrazione dei dati del funzionamento durante l'esercizio del sistema; questo consente di verificare se i parametri sotto misura sono compatibili con i dati di progetto; quanto detto verrà realizzato attraverso l'impiego di particolari software di volta in volta studiati in funzione del sistema sotto osservazione.

Il manuale di manutenzione che in tale ottica rappresenta uno strumento operativo della manutenzione condivisa, diventa un sistema informativo multimediale e accessibile da nodi remoti tramite LAN o WEB

Oggi il management industriale vede nella manutenzione un'arma di competizione in cui impegnarsi per migliorare la collocazione dell'azienda sul mercato e per costituire nuovi canali di opportunità di business.

Nell'edilizia, proprietari e amministratori sono sempre più impegnati oltre che nella manutenzione straordinaria anche nel risanamento, urbanistica, ristrutturazione e adeguamento del fabbricato e dei suoi impianti, secondo quanto previsto nel fascicolo del fabbricato, se, quando e come verrà attuato.

Riveste importanza sempre maggiore, nel campo della manutenzione impiantistica e del controllo di gestione nelle diverse fasi di lavorazione e di produzione aziendale, l'applicazione di sistemi informativi in grado di garantire un aumento dell'affidabilità delle macchine nel pieno rispetto del loro ciclo di vita (LCC), grazie a una accurata pianificazione degli interventi di manutenzione, e a un monitoraggio costante dell'utilizzo dei materiali, delle risorse tecniche e delle fasi di lavorazione.

Il principale obiettivo che un progetto di implementazione di un SIM si deve prefiggere, è quello della sua generazione di utili. Spesso la gestione del SIM è affidata a poche persone, che svolgono attività di inserimento dati in maniera completamente asettica. Ciò implica che il sistema è fruibile solamente a pochi utenti eletti, mentre il resto del personale rimane all'oscuro e lo subisce passivamente Per far si che l'impatto di un SIM produca anche un processo di riorganizzazione aziendale, è necessario che le informazioni siano diffuse il più possibile.

Si possono perciò individuare i seguenti obiettivi:

- Integrazione: il SIM deve poter dialogare con tutte le altre realtà informatiche dell'azienda..
- Semplicità: ogni utente deve essere dotato di una propria password e di un menù personalizzato con le cose a lui necessarie.
- Costruzione di un archivio di tutta la documentazione tecnica: i disegni, monografie, schemi, manuali, fotografie, appunti, procedure, filmati, eccetera, devono costituire un patrimonio aziendale, un know-how svincolato dalle singole persone.
- Storia degli interventi: il SIM deve essere uno strumento di analisi e diagnosi (conservazione della storia degli interventi effettuati su ogni oggetto di manutenzione).

Il SIM(A) deve essere uno strumento:

- Per la pianificazione delle risorse: utilizzo ottimizzato delle risorse mediante la gestione del fabbisogno, della disponibilità dei materiali e della manodopera.
- Unico sia per la gestione della manutenzione ordinaria di vita che dei guasti di lavorazione; cioè, oltre all'ovvio vantaggio derivante dall'unificazione e semplificazione delle procedure, il sistema deve consentire di analizzare il problema a 360 gradi valutando l'efficacia della manutenzione sull'andamento della lavorazione.
- Autoalimentante sfruttando le sinergie dei diversi stabilimenti. Ciò significa che attraverso particolari codici di legame, le informazioni acquisite sul concetto di manutenzione, di un reparto o di uno stabilimento, possono migrare automaticamente in tutti gli oggetti presenti in quello stabilimento e negli altri stabilimenti del gruppo
- Per l'attribuzione formale degli incarichi e la trasmissione delle informazioni fra i responsabili della manutenzione. Questo implica l'assegnazione di ordini di lavoro scritti, indicanti cosa, come e dove fare, quali procedure operative e di sicurezza utilizzare (essenziale il collegamento con il DL 626/94: miglioramento della sicurezza e salute dei lavoratori sui luoghi di lavoro).

***Analisi dei programmi di manutenzione*.**

Premesso che l’esistenza di un Sistema Informativo è indipendente dalla sua automatizzazione per la quale si adotta il termine Sistema Informatico, l'obiettivo principale del programma di manutenzione è quello di individuare le criticità del sistema manutentivo considerato, con particolare riferimento alle attività di manutenzione non programmata, al fine di focalizzare le aree dove concentrare provvedimenti ottimizzati. Ciò permette di realizzare uno studio simulativo degli effetti economici ottenibili dalla riduzione del rateo avarie ovvero del miglioramento dell’affidabilità degli impianti critici, consentendo di delineare un quadro di analisi gestionale del sistema manutentivo considerato al variare della sua configurazione.

L'interattività può essere suddivisa in quattro fasi:

- Studio e codifica del programma di manutenzione
- Analisi del processo e definizione di un modello dei costi diretti, tale da evidenziare il peso relativo di attività programmate e non programmate
- Individuazione delle criticità del sistema e quindi dei possibili interventi migliorativi
- Analisi costi/benefici del miglioramento affidabilistico, al fine di stimare la fattibilità e la convenienza delle azioni proposte.

La generazione di un programma di manutenzione di un impianto deve essere tale da:

- Assicurare un buon livello di sicurezza ed affidabilità generale dell'impianto
- Ripristinare sicurezza e affidabilità dell'impianto stesso qualora un’avaria ne abbia compromesso il funzionamento

- Ottenere informazioni necessarie per il miglioramento del progetto, qualora si evidenzi la scarsa affidabilità in uno o più componenti
- Permettere il raggiungimento degli obiettivi con un costo sostenibile e competitivo.

La consapevolezza che i numerosi tipi di guasti non sarebbero stati prevenuti intensificando la manutenzione e la difficoltà di eliminare l'incertezza, portano a stabilire una correlazione scientifica fra schema di manutenzione, tipologia progettuale e affidabilità del sistema. L'evoluzione della filosofia di manutenzione, attraverso la creazione di schemi logici standardizzati per valutare l'efficienza e l'efficacia dei programmi, va attribuita principalmente a gruppi di studio normalmente denominati
Maintenance Steering Group (MSG)

Quale esempio, un modello di Costi Diretti può essere dato dalla seguente formula:
Ctot = N*[(Cstd+Mi)*somma(Fi*Hi)+(Cstd+Mj)*somma(Nj*Hj)]
dove
N = numero di sottosistemi (dello stesso tipo)
Cstd = costo orario standard della manodopera
Mi = costo del consumo orario medio dei materiali nella fase manutentiva programmata i
Mj = costo del consumo orario medio dei materiali nella fase manutentiva non programmata j
Fi = numero medio annuo stimato di operazioni programmate i da effettuare
Nj = numero medio annuo di interventi non programmati j da effettuare
Hi = fabbisogno medio stimato di ore-uomo per effettuare l'operazione programmata i
Hj = fabbisogno medio stimato di ore-uomo per effettuare l'operazione non programmata j

Il monitoraggio delle avarie in analisi degli inconvenienti manifestatisi durante l'operatività, consente di acquisire informazioni strategiche riguardo alle aree di attività oltre che alla concentrazione di risorse. Quest'approccio che nasce da un concetto di manutenzione di tipo preventivo, consentirebbe di realizzare dei programmi manutentivi eseguiti sulle reali condizioni di impiego delle macchine.
Il ripetersi, durante l'utilizzo operativo di anomalie in qualche modo correlabili ad uno o più task di manutenzione in precedenza effettuate, evidenzia la necessità di progettare interventi correttivi.

Progettare il piano di manutenzione

Le specifiche contrattuali del bene/servizio concordate con il cliente costituiscono i criteri di qualità. Gli obiettivi che l'azienda si propone sono ovviamente l'annullamento delle non conformità, la maggiore disponibilità degli impianti, il miglioramento della qualità, la riduzione delle spese.
Durante il ciclo produttivo, le manutenzioni sono di tipo correttivo, per poter ripristinare gli impianti fermi se non è possibile rimandare al Sabato; se invece di tipo ispettivo, vengono effettuate delle ispezioni con misure per rilevare la condizione degli impianti (manutenzione preventiva) e quindi vengono svolti sia i lavori programmati che quelli risultanti dalle ispezioni e misure.
Infine si confrontano le fasi di progettazione coi risultati ottenuti.

Fasi di progettazione del piano di manutenzione

Nel passato la formulazione di un piano di manutenzione era basato sulle raccomandazioni del costruttore e sulle esperienze dei manutentori.
Gli interventi erano perlopiù programmati a sensazione; la programmazione vera e propria fatta a scadenze temporali era scarsa, e soprattutto molte scadenze non erano rispettate, non esistevano interventi di manutenzione predittiva.
I materiali di ricambio venivano ordinati a sensazione, senza tener conto dell'immobilizzo e degli indici di rotazione con il risultato di avere un magazzino con materiale a basso indice di rotazione e magari mancante di alcuni particolari strategici, in genere di notevole valore di immobilizzo.
Non esistevano statistiche e la responsabilità della manutenzione finiva con l'essere riconosciuta al manutentore più esperto, sinonimo di affidabilità, il quale agiva in accordo sia con il capo fabbrica che col direttore di produzione; per cui nel tempo si aveva un calo di affidabilità della fabbrica.
Per superare queste situazioni occorreva procedere con un piano di manutenzione, quindi.

- Istituire la figura di responsabile di manutenzione
- Realizzare un piano su base annuale migliorabile, aperto, utilizzabile e modificabile da chiunque
- Introduzione, studio e utilizzo sistematico di strumentazione e tecniche di diagnostica avanzata

- Realizzazione di un software a supporto del piano di manutenzione, del magazzino e delle statistiche che fosse facilmente migliorabile e aperto, ovvero utilizzabile da chiunque
- Catalogazione dei ricambi strategici e organizzazione di un magazzino controllabile
- Creazione e utilizzazione sistematica degli indici di valutazione delle prestazioni
- Politiche di manutenzione economicamente controllabili

E' quindi necessario realizzare un software che consenta l'archiviazione dei dati storici, la programmazione dei lavori e l'elaborazione degli indici prestazionali, nonché lo stato dei magazzini con i dati necessari per il riordino dei materiali.

La formulazione del piano di lavoro inizierà con interventi ricavati dall'esperienza personale e storica dei manutentori e con le raccomandazione del costruttore; successivamente il programma sarà affinato con i dati consuntivi raccolti durante l'esercizio.

Nel tempo i dati consuntivi porteranno all'adeguamento degli interventi e delle scadenze; in base alle tipologie di costo verranno adottate politiche di manutenzione e acquistati strumenti diagnostici specifici.

In tal modo si imposterà uno strumento software con il piano delle manutenzioni su base annuale, in grado di raccogliere i dati sia degli archivi storici che le analisi consultive.. Questo piano annuale, genererà a sua volta piani settimanali, nonché gli intervalli programmati ad esempio per la fermata settimanale; è ovvio che tal piano così formulato non sarà mai un piano statico ma sarà sempre dinamico in quanto dovrà esser soggetto continuamente a migliorie funzionali.

Metodi e strumenti di diagnosi

Occorre stabilire delle metodologie di diagnosi in modo da pervenire a criteri oggettivi e confrontabili in merito alle decisioni di intervento.

La norma prevede che, per ogni elemento tecnico o componente, vengano redatte tre schede di accompagnamento del manuale di ispezione.

Dette schede sono:

- La scheda tecnica o di identificazione: contiene le informazioni relative alla localizzazione, al funzionamento, alle specifiche di prestazioni richieste, alle relazioni fisiche e funzionali con altri componenti, alle caratteristiche di messa in opera e gestione;
- La scheda diagnostica: contiene le informazioni sui metodi e sugli strumenti necessari per effettuare la diagnosi dello stato di guasto o di degrado patologico e fornisce criteri di valutazione dello stesso;
- La scheda clinica: contiene il quadro interpretativo dello stato nosologico e raccoglie le informazioni tecniche ed economiche sugli interventi effettuati e le eventuali precisazioni sulle terapie da adottare.

In funzione dello standard perseguito e delle conseguenze di eventuali guasti o disservizi devono essere individuati i componenti critici che devono essere sottoposti ad analisi più approfondita.

Volendo precisare meglio il contenuto di questi documenti nella loro conformazione ottimale, si possono dare le seguenti indicazioni sulle schede tecniche, che dovranno contenere:

- Indicazioni relative al costruttore (marca, tipo, ecc.) ed all'installatore, con possibilità di identificare i prodotti ed i vari materiali.
- Istruzioni di montaggio (e smontaggio), ispezionabilità e modalità di accesso, schemi funzionali e di collegamento.
- Dati prestazionali in condizioni di regime o critiche ed altre notizie circa il corretto utilizzo.
- Prescrizioni e norme di manutenzione con requisiti di affidabilità; prescrizioni relative a controlli e verifiche richieste dalle norme.
- Indicazioni relative ai rischi nel normale funzionamento e relative precauzioni, nonché sui rischi di emissioni di sostanze tossiche in caso di mal funzionamento e relativi provvedimenti da adottare.
- Indicazioni delle norme da rispettare in caso di dismissione.

Le Schede Tecniche devono evidenziare le attività necessarie per adempiere alle precise disposizioni di legge, oltre ai nomi dei responsabili dello svolgimento delle singole attività.

Vi devono essere riportate:

- Le certificazioni, autorizzazioni, concessioni e collaudi dei singoli componenti.
- le certificazioni di legge da rinnovare periodicamente con le relative scadenze.
- Le dichiarazioni di conformità.
- La registrazione delle visite di verifica degli enti di controllo.

Le Schede Diagnostiche devono svolgere una doppia funzione: da un lato devono riportare valutazioni e giudizi sullo stato di efficienza degli elementi sia in sede di monitoraggio periodico che sullo stato di degrado patologico a seguito di guasti e disfunzioni, dall'altro, al fine di dare oggettività alle rilevazioni, devono fornire i criteri e le procedure di valutazione.

Pertanto dette schede devono indicare:

- L'oggetto del controllo cioè le parti che possono essere soggette a particolare decadimento.
- Le metodologie di controllo con l'indicazione della eventuale strumentazione e di eventuali approfondimenti.
- I sintomi che denunciano stati di alterazione o di degrado con le eventuali modalità di propagazione dei guasti e le più frequenti modalità di guasto.
- I criteri per l'interpretazione dei sintomi, per la valutazione dell'entità del degrado e per l'individuazione delle cause.
- La periodicità dei controlli.

Le Schede Cliniche devono riportare la storia in termini di interventi ispettivi e manutentivi, compreso l'aspetto economico, eseguiti sui vari elementi e quindi devono riportare:

- Le attività svolte.
- Gli operatori impiegati e la loro specializzazione, i materiali utilizzati.
- I tempi impiegati compresi quelli di programmazione e preparazione,
- La descrizione degli interventi e la strategia manutentiva di riferimento.

Ovviamente non è necessario e neanche opportuno che tutta la documentazione citata sia materialmente contenuta nelle citate schede, ma deve essere comunque facilmente reperibile a partire dalle schede. Inoltre occorre progettare un sistema gerarchico di raccolta e conservazione delle informazioni funzionali agli scopi.

Metodologia FMEA e FMECA

(da Progettare e Gestire la Manutenzione; testo CNIM cap. 8; un es. pratico in Appendice “OTM”)

La metodologia FMEA ed il suo conseguente sviluppo, FMECA, consente di analizzare l’affidabilità di un sistema in modo però essenzialmente qualitativo valutandone conseguentemente altre caratteristiche quali manutenibilità, sicurezza, logistica e diagnostica, nonché può essere utilizzata anche all’analisi dei processi organizzativi.

Questa analisi pur portando a risultati qualitativi, è standardizzata; i due più seguiti sono:

MIL-STD-1629(A) (difesa USA)

SAE J1739 (society automotive engineers)

Con questa tecnica si arriva a definire le modalità di guasto partendo dalla struttura gerarchica di un sistema con una logica induttiva di propagazione delle informazioni di tipo *bottom-up* piuttosto che *top-down*

Poiché l’analisi FMEA porta alla costruzione di un albero del sistema , ne segue che è possibile fare un’analisi funzionale di tutti gli apparati che lo costituiscono.

L’analisi FMECA aggiunge alla FMEA la misura della probabilità di accadimento di un evento critico e può essere utilizzata tanto nell’analisi di un progetto quanto in quella di un processo

Per una comprensione più esaustiva di queste metodologie e sul loro uso, si rimanda la capitolo suddetto.

Costruzione del SIM: indagini preliminari

Come più volte detto, gli obiettivi dell’ingegneria di manutenzione risultano essere:

- L'aumento della disponibilità degli impianti
- L'ottimizzazione dei costi di manutenzione
- Il miglioramento continuo della sicurezza e della qualità

Parlare d’ingegnerizzazione della manutenzione porta a considerare la manutenzione stessa non come un costo ma come un investimento, cioè come una possibile fonte di profitto attraverso il miglioramento sia tecnico che organizzativo.

L'ingegneria di manutenzione in genere ha effetti positivi su tutte le principali aree presenti all'interno di una azienda:

- Area manutentiva
    - ottimizzazione della gestione delle risorse umane e dei materiali tecnici con conseguente riduzione dei costi associati
    - miglioramento misurabile in termini di efficacia e di efficienza degli interventi
    - incremento della disponibilità degli impianti

- Area produttiva
  - incremento della produttività misurabile anche in termini di riduzione dei costi di manodopera e di materiali
- Area di progetto
  - eliminazione dei maggiori difetti di progettazione
  - standardizzazione e unificazione dei componenti
  - implementazione dei sistemi di Condition Monitoring dedicati ad alcune tipologie di guasto più rilevanti
  - progettazione orientata alla affidabilità.

Nel processo di ingegnerizzazione della manutenzione, il sistema informativo di manutenzione (SIM) è uno strumento essenziale in quanto fornisce le informazioni necessarie per l'impostazione, la gestione e il costo della attività manutentiva, contribuendo alla efficienza/efficacia complessiva di tutto il sistema (UNI 10584).

Attualmente il mercato offre una grande varietà di sistemi informativi di manutenzione di tipo informatico, generalmente noti come CMMS (Computerized Maintenance Management System).

Si possono enunciare degli esempi sulle principali funzionalità necessarie in risposta alle specifiche esigenze:

- Funzionalità a supporto della gestione anagrafica dei materiali di manutenzione: l'efficace gestione dei dati anagrafici dei materiali di manutenzione costituisce un pilastro fondamentale di una SIM.
- Classificazione e applicabilità dei ricambi di manutenzione.
- Gestione parti serializzate: gestioni delle parti di ricambio di maggiore criticità o rilevanza economica.
- Gestione stati materiale revisionabili.
- Gestione di equivalenti commerciali: materiali reperibili sul mercato considerati tecnicamente equivalenti agli originali.
- Funzionalità a supporto della manutenzione per componenti: la capacità di poter descrivere attraverso un SIM la modularità degli oggetti di manutenzione, costituisce un prerequisito alla gestione di qualsiasi politica manutentiva.
- Scomposizione tecnica degli oggetti di manutenzione..
- Scomposizione funzionale degli oggetti di manutenzione: i dati raccolti debbono poter essere successivamente elaborati per costituire una base su cui sviluppare analisi di tipo FMEA e FMECA.
- Gestione del sistema tecnico: modalità di impiego di tutti i componenti esaminati; ne segue che l'analisi dei dati raccolti fornisce un utile strumento per evidenziare i comportamenti anomali o le criticità legate a uno specifico componente.

Da quanto sopra conseguiranno determinate tipologie di manutenzione quali ad esempio:

- Manutenzione correttiva: i SIM sviluppati in funzione del task, debbono garantire piena copertura e supporto a tutte le fasi costituenti un atto di manutenzione correttiva, cioè:
  - segnalazione del guasto
  - analisi del guasto segnalato
  - diagnosi e definizione degli interventi
  - attuazione degli interventi
  - verifiche finali e chiusura lavori
  - consuntivazione dei lavori
- Manutenzione preventiva programmata: è una tipologia di manutenzione preventiva eseguita in base a un piano stabilito basato su scadenze temporali o sul raggiungimento di valori prefissati; per la loro completa copertura occorre che il SIM sviluppato consenta di gestire:
  - strategie di manutenzione specializzate per famiglie di oggetti
  - operazioni di manutenzione specifiche
  - acquisizioni specifiche per ciascuna grandezza rilevante
  - Task list riepilogative delle operazioni da effettuare in corrispondenza di ciascuna scadenza per ogni tipologia di oggetti, comprensiva di una stima preventiva della manodopera e dei materiali necessari al completamento di ogni operazione
- Manutenzione preventiva condizionale (On Condition): è una tipologia di manutenzione preventiva eseguita in corrispondenza del superamento di un valore prestabilito da parte di un parametro descrittivo dello stato progetto da manutenere; per la completa gestione di questa tipologia di manutenzione preventiva è necessario che il SIM renda possibile, oltre alle funzionalità già illustrate per la manutenzione programmata, la definizione e il controllo di piani di ispezione per il rilevamento diretto di quelle grandezze non monitorate mediante sistemi automatici.

- Funzionalità a supporto del controllo dei costi derivanti dalle attività manutentive: una SIM non può prescindere dal dare uno strumento di valutazione e controllo dell'efficienza del sistema manutentivo; deve consentire di raccogliere i dati relativi ai costi derivanti dalle attività di manutenzione. Occorre pertanto che il SIM consenta di ripartire e aggregare i dati secondo diverse logiche
  - imputazione puntuale dei costi per oggetto di manutenzione.
  - ripartizione dei costi per voce di spesa (manodopera interna, acquisizione di servizi esterni, consumo di materiali)
  - ripartizione costi in quota di spese vive da destinare a ricapitalizzazione patrimoniale.

Tecniche di modellazione per l'analisi di un SIM

(sintesi da B. Bellezza - Manutenzione Giugno 2004)

L'applicazione delle tecniche di modellazione di un sistema di manutenzione ha lo scopo di analizzare le logiche che ne regolano il funzionamento; la modellazione consiste sostanzialmente nello sviluppo razionale della pianificazione degli interventi di manutenzione e di ispezione conseguente a sua volta ad una analisi sistematica dei guasti dei relativi dati storici, per cui focalizzando l'attenzione sulle attività che se implementate correttamente, consentono di massimizzare i parametri che ne caratterizzano la funzionalità in termini di efficacia ed efficienza.

La modellizzazione comporta uno sviluppo razionale della pianificazione degli interventi di manutenzione e di ispezione, conseguente ad un'analisi sistematica dei guasti e dei relativi dati storici.

L'analisi del progetto manutentivo ha lo scopo di portare alla luce quelli che possono definirsi "sprechi" mediante la classificazione e la conseguente individuazione di:

- attività che creano valore
- attività che non creano valore ma che sono necessarie
- attività che non creano valore e che non sono necessarie.

La modellazione del sistema di manutenzione consente l'analisi dello stesso e la sua scomposizione nelle attività componenti, individuandone i flussi logici e facilitando la determinazione di "bachi", quali possono essere attività non a valore aggiunto, i colli di bottiglia, attività o funzioni ridondanti.

A tal fine uno strumento sono le tecniche IDEF, nate a seguito del programma di ricerca ICAM (Integrated Computer Aided Manufactoring) portato avanti dall'aeronautica multare americana negli anni 70, volto al miglioramento dei processi produttivi mediante l'ausilio del calcolatore che potesse facilitare la gestione.

La sigla IDEF identifica proprio l'insieme di tecnologie e linguaggi che facilitano detta analisi di processo.

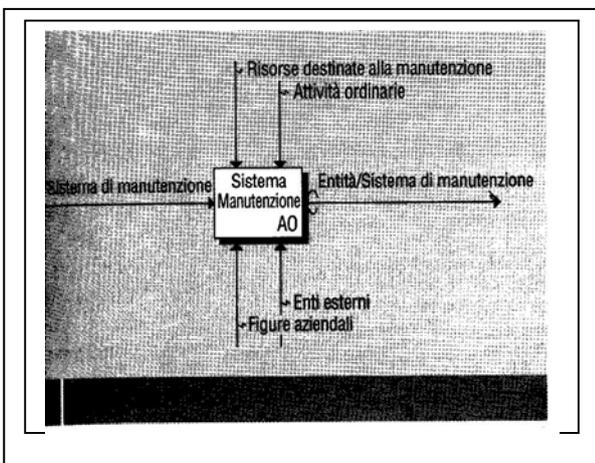
In particolare IDEF∅ è un approccio grafico alla descrizione dei sistemi; un modello IDEF∅ **c**onsiste in un insieme di diagrammi, testi e glossari organizzati secondo una struttura gerarchica, mutuamente correlati e referenziati. L'utilizzo di una ordinamento gerarchico consente di rappresentare funzioni, sistemi o processi, con livelli di dettaglio via via crescenti; in questo modo si garantisce una buona leggibilità dei modelli pur consentendo ove necessario di arrivare a un livello di dettaglio spinto quanto serve.

Caratteristica importante dell'IDEF0 è la mancanza di un asse dei tempi; l'obiettivo della IDEF0 è infatti quello di fornire strumenti e metodi per la modellazione delle funzioni componenti un sistema o un processo (attività, azioni, processi, operazioni)..

Gli elementi principali che compongono la sintassi di IDEF0 sono i diagrammi, il glossario e le regole che ne stabiliscono i modi d'impiego. Gli elementi principali che compongono la sintassi IDEF∅ sono i diagrammi, i glossari e le regole che stabiliscono i modi di impiego.

I diagrammi sono costituiti da elementi grafici in (box e frecce) ed elementi testuali; i box sono rettangoli utilizzati per rappresentare una generica funzione che riceve un input e lo trasforma generando un output mentre le frecce connettono i box fra loro e con l'esterno modelli pur consentendo ove necessario di arrivare a un livello di dettaglio spinto quanto serve.

Fig. 2 Sintassi base del modello IDEF0.

Gli elementi principali che compongono la sintassi IDEF∅ sono i diagrammi, i glossari e le regole che stabiliscono i modi di impiego.

I diagrammi sono costituiti da elementi grafici in (box e frecce) ed elementi testuali; i box sono rettangoli utilizzati per rappresentare una generica funzione che riceve un input e lo trasforma generando un output mentre le frecce connettono i box fra loro e con l'esterno.

Magazzino: giacenze e approvvigionamento dei materiali di ricambio
(sintesi art. G. Mandelli - Manutenzione Giugno 2004)

Anagrafica ricambi e codifica

Per intervenire sulle giacenze e approvvigionamenti dei materiali di ricambio bisogna conoscere la tipologia, la quantità e movimenti all'interno dello stabilimento e tale percorso deve essere eseguito ogni volta che viene inserita una nuova macchina (ma anche se viene dismessa); in ogni caso normalmente qualunque cosa cambi. in quanto i materiali di ricambio devono essere associati alle macchine che li utilizzano.

I materiali di ricambio devono essere codificati a con un sistema atto a identificare i materiali nella loro gestione..

Ciascun codice assegnato a quel determinato componente di scorta deve esser costruito a gruppi di codici:

- Un primo gruppo (livello) identifica la famiglia cui fa parte il materiale, ad esempio pompe
- Un secondo gruppo (livello) identifica la classe ,ad esempio se le pompe inserite nel precedente livello sono elettriche o pneumatiche
- Un ultimo gruppo (livello) caratterizza le specifiche tecniche di componente specifico nell'ambito dei primi due gruppi.

Questa struttura permette di realizzare un'interfaccia che semplifica il lavoro di codifica dei componenti che di volta in volta occorre immagazzinare.

Standardizzazione

Standardizzare i materiali di ricambio significa poter trovare un ricambio che può sostituire quello originale a parità di prestazioni (è intercambiabile); in tal caso è possibile ridurre il numero degli articoli e per conseguenza il capitale impiegato.

Calcolo degli indici di magazzino

Tramite il calcolo degli indici è possibile ricavare importanti informazioni su materiale di ricambio quali:

- Costo medio dei materiali
- Tempo medio di approvvigionamento
- Tempo di programmazione dell'approvvigionamento

Il calcolo degli indici e quindi il conseguente stoccaggio nei magazzini è fatto sicuramente sulla base dell'esperienza pregressa o, se è possibile, sulle indicazioni MTBF date dal costruttore delle parti di ricambio correlate all'uso della macchina.

Scelta delle politiche gestionali

Le politiche con le quali si possono organizzare i materiali di ricambio sono:

- Reintegro di scorta
- Fabbisogno per interventi programmati
- Fabbisogno con scorte di sicurezza
- A punto di riordino
- A intervallo di riordino

Ognuna di queste politiche ha dei pro e dei contro che debbono essere opportunamente valutati

Esiste un percorso che suddivide materiali a basso indice di rotazione (BIR), a normale (NIR) o alto indice di rotazione e per ognuno di questi materiali ne identifica la politica di gestione migliore.

Per i materiali BIR il cui tempo di programmazione è maggiore del tempo di approvvigionamento, la politica da scegliere è sicuramente a fabbisogno in quanto riusciamo sempre ad averli in azienda in tempo utile per l'intervento.

Per i restanti materiali BIR deve essere effettuato un confronto tra costo per mancanza e costo di mantenimento; se costa di più il mantenimento allora rientriamo nella gestione a fabbisogno altrimenti lo gestiremo a reintegro di scorta.

I materiali NIR devono essere gestiti a punto di riordino o a intervallo di riordino ma possono rientrare nella politica a fabbisogno quando la domanda non è distribuita in maniera stazionaria.

Dimensionamento parametri della politica gestionale

Una volta scelta la politica migliore è necessario dimensionare i parametri caratteristici delle politiche quali:

- Lotto economico
- Scorta di sicurezza
- Scorta consigliata.

con politiche di approvvigionamento riconducibili a

- Ordini chiusi
- Ordini aperti

Considerazioni finali

Quanto sopra esposto sulla Manutenzione e sulla standardizzazione e magazzinaggio delle Spare Parts va visto “magno cum grano salis”.

E’ dagli anni 80 che in particolare l’industria consumer procede con progetti di apparato/sistema proprietario e quindi con uso di componentistica custom.

In queste condizioni pensare alla riparazione (che come visto è un aspetto della manutenzione), in particolare dell’apparato-cliente specie a medio/lungo periodo, diventa difficile in quanto presupporrebbe l’esistenza di medie/alte parti di scorta con alti costi di gestione che finirebbero per rendere più economico l’acquisto di un nuovo prodotto che avrà sicuramente un rapporto costo/prestazioni più favorevole, anche se poi non tutte le funzioni previste verranno utilizzate (e quindi inutili pur avendo avuto un loro costo)

Un prodotto proprietario (custom) ha un favorevole costo di produzione solo se fatto in grandi volumi, in quanto a fronte di bassi costi di produzione ha alti costi di progettazione ed industrializzazione.

Per il costruttore occorre che il prodotto duri almeno due anni (per l'attuale legge europea sulla garanzia standard), poi trasferisce al cliente finale il problema del costo di sostituzione del prodotto guasto (se risulta impossibile o antieconomica la riparazione), e alla società il costo sociale dello smaltimento.

Diverso è il problema se il prodotto viene progettato ed ingegnerizzato tenendo conto dell'opportunità e facilità di manutenzione/riparazione utilizzando componenti standard; in tal caso il costo di progettazione e industrializzazione può risultare equivalente al precedente caso, sicuramente aumentano i volumi dell'oggetto e in qualche misura il costo di magazzinaggio (visto però nell'ottica dei precedenti paragrafi), ma è assicurata la manutenzione nelle varie forme su riportate e giudicata più conveniente, assicurando quindi un più basso costo per più lungo ciclo di vita dell'apparato (con più bassi costi di smaltimento, specie se è possibile un parziale recupero di componenti riutilizzabili).

Introduzione di un SIM in una piccola società di manutenzione

(sintesi art. G. Malangola & c - Manutenzione Luglio 2004)

La piccola società riportata nell'articolo opera nel settore dei servizi di manutenzione del Global Service, cercando quindi di liberare il cliente da tutto ciò che non costituisce suo “core business” e contemporaneamente fornendogli tutte le informazioni possibili sulle attività svolte e da svolgere utili per prendere decisioni future.

L'introduzione dei sistemi qualità, ed in particolare le ISO 9001: 2000, hanno evidenziato molto bene il ruolo delle informazioni nella gestione dei processi definendo opportuni requisiti per garantire la loro disponibilità ed adeguatezza.

Sulla base di quanto sopra ed approfittando di una ristrutturazione organizzativa richiesta dal passaggio dalle ISO 9002:1994 (ritirata) alle ISO 9001:2000 la detta ditta ha deciso di introdurre nella propria organizzazione un sistema informativo atto alle nuove sfide della manutenzione.

I requisiti richiesti del sistema informativo sono stati i seguenti:

- capacità del database di raccogliere tutte le informazioni utili a gestire i processi di manutenzione
- software di gestione avente una struttura il più possibile vicina al modello organizzativo adottato dall'azienda
- interfaccia utente facile ed intuitiva, atta a ridurre i tempi impiegati per il trattamento delle informazioni
- impostazione basata sulla eliminazione della carta
- possibilità del software di accedere a Internet da qualsiasi postazione operante in cantiere
- possibilità di avere dal software le analisi dei dati in modo chiaro e completo al fine di avere sempre le informazioni sulla tendenza e sulla variabilità dei processi
- configurazione iniziale del software snello per consentire una sua pratica operatività
- disponibilità del fornitori di software di modificarlo al fine di adeguarlo alle esigenze aziendali.

L'introduzione del software di gestione

Un primo inizio nell'uso di questo software è stato nella gestione del magazzino e degli ordini di acquisto del materiale (risorse) cui viene associato un codice, il listino e un catalogo del fornitore; tali informazioni possono essere prese anche via Internet collegandosi con i siti dei fornitori.

Fatto questo, l'emissione di ordini di acquisto avviene rapidamente in quanto, scelta la risorsa, essa si porta appresso tutte le informazioni necessarie all'ordine.

All'arrivo del materiale viene effettuato il controllo accettazione e, se tutto risulta conforme all'ordine, il magazziniere effettua tramite software il carico del materiale a magazzino ovvero lo destina all'attività lavorativa.

L'applicazione ai servizi di manutenzione

Per poter effettuare un servizio di manutenzione occorre definire le strutture ovvero gli elementi fisici su cui si opera e con cui si opera.

Il software acquisito deve essere in grado di associare una struttura ad albero ad un elemento fisico, per cui un sistema sarà rappresentato da una struttura a più livelli ciascuno dei quali associato a sotto sistemi, a ciascuno dei quali appartiene un certo numero di componenti; a ciascuno di questi componenti si assoceranno opportuni dati, immagini, schede di manutenzione e documenti di qualunque origine.

A seconda poi delle esigenze del cliente finale, la manutenzione potrà distinguersi in pianificata e non pianificata; a ciascuna di queste due tipologie conseguirà uno specifico piano di manutenzione.

I piani di manutenzione sono stati anche utilizzati per gestire il parco degli apparecchi di misura utilizzati nella manutenzione per i quali il sistema qualità richiede di effettuare la loro conferma metrologica come previsto dalla ISO 10012:2004. Per questo motivo gli apparecchi per misurazioni sono stati inseriti nel siste-

ma informativo come elementi fisici e su di essi è attivato un particolare piano di manutenzione denominato "piano di conferma metrologica".

Benefici ottenuti

L'intero sistema informativo così studiato per le esigenze del cliente finale raggiunse il pieno regime operativo in circa sei mesi coinvolgendo una decina di persone.

I risultati ottenuti sono riassumibili nei seguenti punti:

- disponibilità e rapidità di accesso a tutte le informazioni necessarie per operare con notevole risparmio sui tempi richiesti dalle comunicazioni
- eliminazione di quasi tutti i documenti cartacei
- procedure operative conformi al modello ISO 9001:2000 perfettamente implementate nel sistema informativo, e quindi uniformità di comportamento presso tutti cantieri con eliminazione dei problemi dovuti alle incomprensioni gestionali
- disponibilità di indicatori di processo in tempo reale per il miglioramento dei processi

Altri esempi di applicazione di un SIM

Si possono trovare in:

Sistema Informativo per il miglioramento della Sicurezza nell'Esercizio Ferroviario	rivista Manutenzione Marzo 2002
Re-maintenance a seguito dell'introduzione di un SIM	rivista Manutenzione Agosto 2002
L'ingegneria di manutenzione nel trasporto ferroviario	rivista Manutenzione Ottobre 2002
Sistema informativo di manutenzione in una realtà produttiva di più fabbriche	rivista Manutenzione Ottobre 2002
Analisi dei dati di manutenzione di un'azienda di trasporto pubblico urbano	Rivista Manutenzione Novembre 2002
Un approccio alla progettazione del sistema di reporting di manutenzione	Rivista Manutenzione Aprile 2003

Società che possono fornire un SIM	rivista Manutenzione Agosto 2002

Riassumendo ed esemplificando il SIM:

- E' UNO STRUMENTO INFORMATICO DI SUPPORTO E DI GUIDA PER LA MANUTENZIONE
- CONSENTE DI ORGANIZZARE, GESTIRE E PROGETTARE LA MANUTENZIONE DI NORMA E' STRUTTURATO PER CONSENTIRE LO SVOLGIMENTO DELLE SEGUENTI FUNZIONI:
- GESTIONE DEI DOCUMENTI
- GESTIONE TECNICA DEGLI IMPIANTI
- GESTIONE DEI LAVORI
- GESTIONE DEI MATERIALI E DEI RICAMBI
- GESTIONE DEI COSTI
- CONTROLLO E VERIFICA DELLE ATTIVITA' E DEI RISULTATI

Per costruire un SIM, occorrono i dati preliminari sui sottosistemi/apparati; questi si possono ottenere da opportune misure e/o indagini preliminari; un esempio di queste è dato da quanto segue:

ISPEZIONI VISIVE

- DIRETTE
- CON STROBOSCOPIO
- CON LIQUIDI PENETRANTI FLUORESCENTI
- CON RAGGI PENETRANTI

CONTROLLI NON DISTRUTTIVI I

- ULTRASUONI

- RAGGI X
- RIVELATORI DI METALLI

MISURA DELLE VIBRAZIONI

- VIBROMETRO E ANALISI DELLE VIBRAZIONI

ANALISI DEL LUBRIFICANTE

- SPETTROFOTOMETRIE AD ASSORBIMENTO ATOMICO
- ANALISI FISICO CHIMICHE

MISURA TEMPERATURA

- A CONTATTO
- A DISTANZA

MISURA PARAMETRI ELETTRICI

La manutenzione condivisa e il manuale di manutenzione

Per manutenzione condivisa si intende l'approccio innovativo alla gestione dei processi manutentivi.

Il manuale di manutenzione che in tale ottica rappresenta uno strumento operativo della manutenzione condivisa, è una sistema informativo multimediale accessibile da nodi remoti i tramite LAN o WEB.

In quanto l'attuale economia mondiale si caratterizza per:

- Globalizzazione.
- Rinnovamento tecnologico.

Ne segue che:

- Il mercato da nazionale è diventato mondiale.
- La concorrenza è diventata permanente e diffusa.
- La competizione si è spostata dai costi alla qualità.

Nella proposta di nuovi prodotti e servizi alla domanda si è sostituita l'offerta, pertanto l'innovazione è diventata un fattore determinante nella competizione.

Tutto ciò porta ad una revisione delle strategie di impresa e quindi sulle nuove metodologie e tecniche innovative atte a migliorare l'intero ciclo di vita del prodotto, dalla ideazione allo smaltimento passando da progettazione a produzione, distribuzione e assistenza, quindi manutenzione.

La manutenzione, qui intesa come complesso di attività di supporto all'intero ciclo di vita (LCC) di un prodotto è entrata di diritto nel complesso dei sistemi che costituiscono la struttura di prodotto; questa a sua volta costituisce il campo di applicazione dell'Ingegneria Concorrente.

Tra i metodi e le tecniche a supporto dell'ingegneria concorrente assumono rilevanza proprio quelli relativi alla manutenzione, in particolare vanno citate le seguenti tecniche affidabilistiche:

- FME(C)A (Failure Modes & Effects (Critically) Analysis
- MTTF
- FTA (Fault Tree Analysis)

In un sistema di manutenzione condivisa il manuale ne rappresenta lo strumento operativo; si tratta evidentemente di un manuale virtuale, ovvero di un sistema informativo multimediale e accessibile da nodi remoti e tramite LAN o WEB (vedi art. AA.VV Manutenzione Giugno 2002).

Questo manuale conserva le caratteristiche di base del Concurrent Engineering, in quanto i dati vengono resi disponibili per sola lettura o/e lettura-scrittura attraverso dispositivi di accesso e visualizzazione, offrendo comunque un supporto alle decisioni integrando tutte le informazioni e i flussi informativi legati alle attività di manutenzione; non è un software integrato ma una metodologia integrata.

Un'applicazione dei sistemi informatici

Un'applicazione dei Sistemi Informatici associati ad una SIM è riportata in Manutenzione Ottobre 1996 pag. 27; di questo articolo riporto qualche stralcio in sintesi

La spinta iniziale per l'acquisto di una procedura informatica per organizzare la manutenzione è venuta dalla casa madre, che ha richiesto la certificazione dell'azienda. Di conseguenza, enti interni come il controllo qualità, il responsabile della sicurezza del lavoro e il responsabile del collaudo premevano sui responsabili della manutenzione per avere documentazioni sempre più dettagliate; l'uso di un sistema informatico di manutenzione sta nel fatto che la certificazione secondo le norme ISO investe ormai una larghissima fascia di piccole e medie aziende e prevede, per il mantenimento dell'efficienza delle macchine, la creazione di adeguate procedure di manutenzione preventiva, scadenzario, ispezioni e verifiche, collaudi ecc. e della documentazione del loro rispetto, nonché documentazione per l'osservanza delle norme sulla sicurezza del lavoro

Molto importante è la semplicità del software che si utilizza e su questo, il lavoro è stato impostato dal responsabile della manutenzione che ha dedicato parte del suo tempo per caricare le schede delle macchine e avviare la procedura.

Successivamente il compito è stato affidato ad una persona con il ruolo di "controllore multifunzione", i cui compiti sono di gestire il sistema informatico e di fornire tutta la documentazione e le analisi richieste dai vari enti aziendali. A questo compito dedica il 50% del suo tempo, mentre per il resto si occupa di verifiche e controlli direttamente sulle macchine.

Occorre ammettere che c'è stato un atteggiamento iniziale di rifiuto in quanto occorreva compilare rapporti i sui lavori svolti i e seguire un piano di programmazione dell'attività costruito dal computer ma, dopo qualche tempo di pratica, il concetto e le relative procedure sono state capite e accettate.

Organizzare la manutenzione nelle P.M.I. con sistema informatico è una scelta sicuramente praticabile e vantaggiosa, che deve però essere adeguatamente motivata e realizzata secondo un percorso fatto di piccoli passi, e le motivazioni non mancano in quanto vanno dagli obblighi di legge alle richieste dei clienti, dalla ricerca di maggiore economicità al desiderio di riconoscimento della propria professionalità.

Un'altra applicazione di Sistemi Informatici rientranti nel più generale Sistema Informativo, ritagliato per gestire un grande Ospedale in tutte la sue esigenze, è riportata in Manutenzione Marzo 2004 col titolo "Il Sistema Informativo di Manutenzione nel Facility Maagement".

Un'applicazione del concetto LCC

I concetti teorici sull'argomento sono egregiamente esposti nel libro già riportato " Progettare e Gestire la Manutenzione – cap. 6" propugnato dal CNIM; un esempio di reale applicazione è esposto nell'art. D. Spolator - Manutenzione Gennaio 2005.

Vedi pure in Appendice l'articolo dell'Ing. Di Veroli

RICICLAGGIO E RECUPERO DEI RIFIUTI
(dell'Ing. Tito Reggiani)

Premessa

Questo capitolo sembrerebbe ad una prima analisi, fuori del contesto trattato; in realtà non lo credo in quanto qualunque operazione di manutenzione, ovviamente oltre che di produzione, produce degli scarti (rifiuti) più o meno pericolosi (oli combusti, accumulatori elettrici, sostanze radioattive) che in qualche modo vanno resi innocui quanto più possibile.

Senza entrare nel merito delle leggi che regolamentano tali cosi, è intuitivo che un miglioramento della manutenzione in quanto porta ad un mantenimento nel tempo del bene, o in qualche misura al suo riciclaggio, diminuisce le problematiche dello smaltimento.

Si produce quindi un certo excursus socio-economico sull'argomento pubblicato a suo tempo dalla rivista del CNIM

Beni di largo consumo: garanzia e manutenzione

Come noto, il D.L. N. 24 del 02/02/02 riguarda la "Garanzia" che l'acquirente di beni di consumo per uso privato, quindi non per attività lavorativa, deve ricevere dal rivenditore; essa è valida per tutto il territorio comunitario ed è portata a due anni anche se con certe limitazioni.

Ho provato a leggere questo D.L. sia con l'occhio del privato acquirente, sia con quello dell'ingegnere industriale, e questo mi ha portato a fare alcune considerazioni.

Perché un bene di Consumo sia garantito per almeno due anni da difetti costruttivi che ne inficino l'uso appropriato, è necessario che il Prodotto sia fabbricato con criteri di Qualità, partendo sia da componenti semplici che da sottoinsiemi soddisfacenti il definito Standard di Qualità del fabbricante finale.

Questa filosofia, se già non applicata, potrebbe comportare una ristrutturazione della Fabbrica sia **inside** che **outside** in quanto la dirigenza deve rivedere tutta l'organizzazione di costruzione e assiemaggio, con particolare attenzione al Controllo Qualità di Acquisto Componenti /Produzione/ Magazzinaggio/ Spedizione; qui finiscono le competenze del fabbricante ed iniziano quelle del rivenditore, che dovrà a sua volta assicurare al prodotto un adeguato magazzinaggio per la corretta conservazione.

Si apre a questo punto, un problema legato agli inevitabili guasti e conseguenti riparazioni; non si può certo escludere a priori che nell'arco di due anni, limitandoci al solo tempo di garanzia, un bene consumer non si possa guastare o degradarsi in alcune prestazioni.

E' lecito credere che l'eventuale riparazione sia fatta presso il costruttore o centri da lui indicati; questi debbono essere qualificati dal costruttore che dovrebbe accertare nel tempo il rispetto degli standard di qualità da lui richiesti.

Alla riparazione fatta in questi centri quale garanzia viene associata ? Non si evince dal D.L. in questione a meno che non possa farsi rientrare nell'art.1519-octies " Caso di beni usati"

Conseguentemente, mi sembra si aprano alcune considerazioni; poiché sia il prodotto finito che l'eventuale riparazione debbono soddisfare il definito standard di qualità, ammettendo poi il corretto uso nonché la corretta e puntuale manutenzione da parte dell'utente, l'oggetto avrà una lunga vita.

Questa lunga durata del prodotto, dovrebbe comportare due problemi in linea di principio contrastanti:

- il turn-over dell'oggetto è procrastinato nel tempo e questo comporterà riduzioni delle produzioni con conseguenti problemi occupazionali; considerare l'oggetto posseduto superato perché il nuovo ha più estesi impieghi e miglior rendimento, non sempre per un prodotto consumer è significativo. In genere l'aumento delle facilities, superato il primo momento di euforia, è disturbante; un più alto rendimento e quindi minor consumo d'energia, molto spesso non ha rilevanza economica almeno per il singolo utente che ignora il vantaggio economico sociale, quando applicato ai grandi numeri.
- un turn-over frequente è sicuramente molto più visibile e pressante per quanto comporta alla società civile in termini di rifiuti, molto spesso inquinanti e nocivi

Quindi un turn-over frequente contrasta con quanto ormai, e direi finalmente, si comincia a valutare da parte della pubblica opinione circa la qualità della vita..

Nella società civile si è abbastanza consapevoli che il ciclo basato sull'abbondanza delle risorse naturali è esaurito e che la cultura del mantenimento delle stesse è l'unica alternativa allo sviluppo incontrollato delle attività produttive, disastroso per l'umanità; questa consapevolezza aumenta la sensibilità nei confronti del conservare anziché consumare.

La "Manutenzione" finora sostanzialmente intesa come efficienza produttiva in fabbrica, tende a coesistere con la tutela del patrimonio "Beni Naturali" quindi difesa e conservazione di questi.

Pertanto i concetti moderni vedono la manutenzione parametro essenziale del ciclo di vita del bene che se in fabbrica deve tendere ad un mantenimento migliorativo della produzione e diminuzione dei costi, nella vita quotidiana deve tendere ad una diminuzione dei rifiuti.

Pertanto si può concludere che l'aumentata durata della garanzia insieme ai nuovi concetti di manutenzione conservativa e migliorativa, dovranno portare da un lato alla diminuzione dei rifiuti e dall'altro ad una nuova organizzazione produttiva e quindi sociale che minimizzi la disoccupazione.

Pensieri e Attuazioni

A tal fine mi permetto di riportare articoli di altri importanti autori.
(R.Bellini Selezione di Elettronica Ottobre 2002)

Quando arriva la fine

Si è *svolto presso la sede **CEI** di Milano il Convegno "Criteri di gestione del fine vita delle apparecchiature elettroniche*': *L'incontro, organizzato dal CEI* e *dal Consorzio Ecoqual'it in collaborazione con ANIE, ha avuto come obiettivo quello di incentivare la diffusione* e *l'utilizzo della normativa per una maggiore salvaguardia ambientale* e *un riciclaggio corretto ed efficiente dei rifiuti elettrotecnici ed elettronici.*

Decidere che cosa fare dei prodotti elettrici ed elettronici quando arrivano al loro "fine vita" è un problema la cui dimensione sta diventando enorme per due motivi: il primo, sotto gli occhi di tutti, è la crescita esponenziale dei consumi quindi degli acquisti e della fabbricazione. La rapida obsolescenza di questo genere di prodotti ci spinge a sostituirli anche se ancora perfettamente funzionanti.

A livello europeo si stima che la quantità di rifiuti complessivamente generati abbia un incremento compreso fra il 3 e il 5% annuo.

In Italia, l'anno scorso, l'incremento delle vendite d'elettrodomestici è stato del 3,5% mentre ISTAT riporta un + 2,5% di marzo '02 rispetto a marzo '01.

Per gli elettrodomestici "bianchi" il confronto '99/'00 evidenzia un +6,8% per i frigoriferi, + 1,3% per i congelatori, +4,2% per le lavatrici e ben +8.3% per le lavastoviglie. Passiamo ora agli elettrodomestici "bruni", i cui dati di crescita sono TV color + 3,5%, videoregistratori -5,3%, videocamere +3,9% TVR +20,3%, Hi-Fi +1,7%.

Per l'informatica, basta dire che l'incremento complessivo '99/'00 delle vendite è stato di +40%, se ci si riferisce al valore, e +30% se ci si riferisce ai pezzi venduti. La parte del leone la fanno i PC con +45,1 %, seguiti dalla telefonia: i cellulari sono a + 14,6%, i telefoni domestici a +3,2% mentre solo i fax sono in negativo, -4,3%.

L'impatto ecologico del cumulo dei rifiuti

Dall'incenerimento dei rifiuti, secondo uno studio condotto a livello europeo nel 1990 dal Ministero dell'ambiente tedesco, deriverebbero emissioni contenenti 36 tonnellate di mercurio e 16 di cadmio l'anno. Secondo un altro studio del land Nordrhein- Westfalen, l'incenerimento dei rifiuti non pericolosi rappresenterebbe, in Europa, la più rilevante fonte di emissioni di diossine e furani.

Per quanto riguarda la collocazione in discarica. i principali impatti ambientali sono connessi con gli effetti tossici del piombo e sembra che il 40% di quello che si trova in questo luogo sia contenuto nell'elettronica di consumo.

C'è inoltre il problema della lisciviazione del mercurio: si stima che la produzione di apparecchiature elettriche ed elettroniche assorba il 22% del consumo annuale di mercurio nel mondo.

Pure le plastiche contenenti ritardanti di fiamma. fondamentalmente esteri di difenile bromurati, tra l'altro quasi mai adeguatamente marcate per consentirne un'agevole identificazione, possono provocare impatti ambientali. L'inquinamento avviene sia nel corso di trattamenti finalizzati al recupero dei metalli sia in fase di estrusione.

Dal punto di vista delle emissioni in atmosfera, i procedimenti di recupero possono provocare la diffusione di metalli pesanti, fondamentalmente piombo e cadmio. Infine, la frantumazione dei rifiuti elettrici ed elettronici può causare la contaminazione da PCB e da metalli pesanti.

Che fare?

Per la difesa dell'ambiente dai danni derivanti dallo smaltimento scriteriato delle apparecchiature di cui vogliamo sbarazzarci, gli obiettivi da raggiungere sono tre. Per prima cosa, è necessario limitare la presenza di particolari sostanze pericolose negli apparati immessi sul mercato. Poi occorre incrementare il numero di

apparecchiature riusate o riciclate e, quando questo non è possibile, lo smaltimento deve avvenire secondo regole ben precise, note e condivise da tutti.

La prevenzione alla fonte si deve fare, innanzi tutto, per mezzo di una progettazione che tenga conto, fin dalla nascita del prodotto, degli aspetti ambientali e dei costi correlati alla corretta gestione del fine vita. Gli impatti ambientali legati al trattamento e smaltimento vanno minimizzati anche con la messa al bando di determinate sostanze pericolose.

È, infine, indispensabile la definizione degli obiettivi minimi di riutilizzo, riciclo, recupero. La proposta di direttiva sui rifiuti elettrici ed elettronici, per il momento, prevede che entro il 31 dicembre del 2005 (v. la Nota alla fine del paragrafo) sia raggiunto un tasso minimo di raccolta selettiva degli apparecchi a fine vita provenienti dai nuclei domestici pari a 6 kg/anno pro capite. È, inoltre, prevista una complessa articolazione degli obiettivi di riciclaggio e il recupero dei rifiuti. Sul fronte della prevenzione alla formazione di rifiuti, reimpiego, recupero e diminuzione delle sostanze tossiche presenti nelle apparecchiature, sono chiamati ad agire fondamentalmente i produttori o i soggetti che importano questi beni di consumo sul mercato europeo.

Sul fronte della raccolta selettiva, invece, la responsabilità grava sia sui consumatori sia sui rivenditori. Proprio per fare il punto sulla situazione delle norme già esistenti e per dare uno sguardo a quello che ci aspetta fra non molto, il CEI ha organizzato il convegno sull'argomento "Criteri di gestione del fine vita delle apparecchiature elettroniche".

Conseguenze pratiche di questi problemi, sono con riferimento a Milano, le seguenti:

- la Regione Lombardia, provvede a emanare "Regolamenti di attuazione regionali per la gestione del fine vita delle apparecchiature elettroniche':
- Il responsabile del servizio Ambiente & Qualità del C.C.I.A.A. di Milano, ha sottolineato l'importanza di una corretta informazione per le attività di smaltimento, in particolare nel settore dell' ICT, sia dei consumatori sia delle imprese utilizzatrici e degli operatori del settore.
- L'attività normativa per l'ambiente, seguita dal CT 308 del CEI, ha per obiettivo di valutare i possibili impatti ambientali che il materiale e i componenti elettrici possono produrre sull'ambiente durante il loro ciclo di vita; tale valutazione deve portare ad inserire nelle Norme Tecniche CEI opportune regole

Da queste considerazioni ed altre che possono essere suggerite da altri tecnici, si evince l'importanza della Manutenzione e prima di questa della Qualità

D'altronde una corretta Manutenzione ha sicuramente risvolti positivi economici e sociali legati ad un minor impatto ambientale, ad una miglior utilizzo delle risorse ambientali e non ultimo, una diminuzione, sarebbe auspicabile un azzeramento, degli infortuni

Nota

Con il decreto legislativo 2 luglio 2007 è stata prorogata a 1 gennaio 2008 l'entrata in vigore il DLgs 151/2005 sui RAEE, il quale prevede che i Produttori di apparecchiature elettriche/elettroniche si onerino del costo delle attività di fine vita dei propri prodotti allorché vengono dimessi dall'utenza (RAEE domestici e RAEE professionali).

Ciò implica che i Produttori debbano organizzare una appropriata rete di Operatori specializzati sul territorio nazionale per ottemperare a tale disposizione, non avendo essi adeguate competenze in materia rifiuti, né tanto meno le obbligatorie autorizzazioni per svolgere le attività di filiera richieste.

Nel frattempo la conferenza Stato-Regioni ha approvato il decreto relativo all'istituzione del registro nazionale dei fabbricanti, del centro di coordinamento e controllo e del comitato di indirizzo sulla gestione RAEE.

(sintesi art. M. De Negri – Manutenzione Febbraio 2002)

Il concetto di manutenzione è un concetto molto vasto in quanto consente di governare tutto il processo di fornitura quale che sia il sistema, dalla fase di ideazione fino a quella di dismissione finale passando per la creazione è l'utilizzo di un supporto logistico post-vendita, per ottenere la massima disponibilità delle prestazioni nel tempo.

Sarebbe infatti auspicabile che il costruttore fosse in grado di assicurare il supporto logistico lungo tutto il ciclo di vita del prodotto, dotandosi di una struttura dedicata, capace di fronteggiare a regime ogni tipo di domanda; questo consentirebbe di soddisfare pienamente le esigenze del cliente al minor costo possibile. Questo scenario impone al costruttore il ruolo di prime contractor di tutto il sistema, in quanto disponendo del governo dell'intero processo "Sistema" potrà rafforzare la propria immagine e far crescere la "Customer Satisfaction".

……………

Pertanto all'industria è richiesto di attuare una sostanziale modifica organizzativa e che si faccia carico delle esigenze di progettazione, costruzione e supporto per l'intero ciclo della vita del prodotto, dalla progettazione preliminare fino alla dismissione, mirando alla semplicità dei servizi pur garantendo le esigenze per stazionari, di affidabilità e sicurezza e individuando componenti e apparati coerenti con esigenze di cui sopra.

(sintesi art. G. Dioguardi - Manutenzione Febbraio 2002)

“Manutenzione Arte Antica e Scienza Nuova “ ,

Manutenzione e qualità vanno intesi come elementi impliciti nell’arte del conservare l'efficienza e l'affidabilità del prodotto. .... Maggiore Qualità, minore Manutenzione Conservativa .... Oggi il controllo di qualità si trasferisce dal prodotto alle singole fasi che caratterizzano la produzione e contemporaneamente si ampia anche il ciclo produttivo che tende a estendersi ai rapporti con i clienti utilizzatori dei prodotti per consentirne la migliore utilizzazione (del prodotto). Nel mercato si afferma sempre più il concetto di prodotto-servizio con l'obiettivo del mantenimento della qualità anche durante il vero e proprio uso.

Oggi infatti la manutenzione diventa fenomeno organizzativo esplicito che viene affrontato con le metodologie proprie del sapere scientifico, diventa perciò informazione da trasformare in formazione continua anche per gli utenti utilizzatori dei beni da conservare migliorando la programmazione delle attività manutentive al fine di assicurare qualità e sicurezza e perciò affidabilità e conservazione del bene

(sintesi art. Manes - Notiziario Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. 457)

“Riciclaggio e Recupero dei Rifiuti”

“principi, obiettivi e possibilità concrete alla luce dell’emanazione del Decreto n. 203 del 08-05-2003”

Tra le direttive e ben emanante particolare importanza riveste la n. 91/156 (direttiva generale in materia di rifiuti) e che ha la struttura di normativo quadro e obbliga gli Stati membri della Comunità Europea a perseguire obiettivi fondati sulla prevenzione, intesa come riduzione della produzione e della nocività dei rifiuti alla fonte e sul recupero degli stessi mediante riciclo, reimpiego, utilizzo ovvero ogni altra azione intesa a ottenere materie prime secondarie o l'uso dei rifiuti come fonti di energia.

In Italia, in attuazione di tale direttiva e delle successive n. 91/689 (sui rifiuti pericolosi) e numero 94/62 (sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio) è stato emanato il decreto legislativo n. 22 del 1997 (decreto Ronchi) che oggi costituisce la normativa quadro in materia di rifiuti.

Tale decreto introduce una serie di disposizioni volte a garantire un approccio sistemico alle problematiche derivanti dal ciclo dei rifiuti, sulla scorta del seguente ordine di priorità:

- Riduzione della produzione e della pericolosità
- Recupero di materia nelle sue diverse forme
- Recupero di energia
- Smaltimento sicuro

Spesso accade, tuttavia, che i rifiuti richiedano trattamenti troppo onerosi in termini di costi e consumi energetici; ciò si presenta in particolare per l'utilizzo delle materie prime secondarie per le quali, avendo queste caratteristiche diverse dalla materia vergine, in taluni casi è necessario trovare applicazioni ben specifiche per le stesse ovvero predisporre sistemi adeguati per il loro utilizzo.

L'analisi condotta su un sistema di manutenzione reale ha permesso di cogliere alcuni suoi limiti e problematiche; ad esempio più di un terzo delle attività manutentive sono risultate attività di " presunto pronto intervento " che invece dovrebbero essere ragionevolmente trasferite all'esercizio ordinario.

Si è ancora osservata una complessiva carenza di risorse dedicata al sistema manutentivo, rilevabile nel numero di manutentori esiguo e comunque non congruo alle effettive esigenze dell'impianto; vengono spesso affidati compiti non pertinenti alle figure che dovrebbero invece ricoprire; tutto questo si riflette ovviamente sull'efficacia e l'efficienza del sistema di manutenzione e in ultima istanza sulle prestazioni dell'impianto e delle macchine che lo compongono.

Si è quindi evidenziato che la mancata organizzazione di base e l'assenza di un vero e proprio flusso di attività logicamente sequenziale che risultano essere gli aspetti negativi macroscopici del sistema e nel contempo l'ostacoli alla realizzazione di un modello grafico descrittivo dello stesso.

Ne segue che la visualizzazione grafica del modello proposto e riuscendo ad identificare un flusso logico di attività e che consentono di predisporre una allocazione delle risorse protettive decisamente più razionale supportata da una attribuzione di competenze e co ampex e quanti altrettanto sostenuti da una preventiva analisi che trovi fondamento l'indicatori economici quale rapporto tra costo prodotto e relativo costo di manutenzione.

APPENDICE

La manutenzione e il miglioramento continuo del rapporto Qualità/Costo Ciclo Vita di Opere, Prodotti e Processi **(Ing. Sergio Di Veroli [1])**

"Il presente articolo è stato parzialmente modificato rispetto alla versione apparsa sulla rivista Ingegneria Economica dell'AICE (Associazione italiana di Ingegneria Economica) del I trimestre 2007."

L'uso della metodologia FRACAS(Failure Report Analysis and Corrective Actions System)

A. L'ODIERNO MONDO INDUSTRIALE E DELLE COSTRUZIONI

Il rapporto Qualità/Costo è chiamato anche indice di Competitività di un prodotto, di una opera o di un processo. Possiamo dire che tale rapporto rappresenta realmente un indice di Competitività, se alla Qualità si dà il significato di insieme delle prestazioni fornite e degli attributi misurabili della Qualità stessa (l'Affidabilità, la Manutenibilità, la Sicurezza) e se per Costo si intende il Costo del Ciclo di Vita (LCC).

Con l'avvento dell'Euro, l'Italia è pervenuta a delle condizioni di stabilità monetaria, in termini di tassi di interesse del denaro e di inflazione, che, liberando l'orizzonte dalla nebbia provocata dalle operazioni monetarie e finanziarie a breve, costringono le imprese a cambiare la strategia di crescita, in quella ottenuta tramite la maggiore competitività, in termini reali, delle opere, dei prodotti e dei processi di loro competenza. Nello stesso tempo sul mercato globale si sta verificando una concorrenza inasprita anche su segmenti di mercato modesti a livello locale, ma di tutto rispetto a livello di mercato internazionale. Tutto ciò impedisce di perseguire la classica politica di accrescimento del fatturato per allargamento del mercato su segmenti di mercato-prodotto viciniori al principale, perché risultano assolutamente non remunerativi, se non previsti a priori nel progetto, in quanto già coperti da concorrenza che ha ottimizzato il prodotto in quel segmento.

Il caso FIAT che ha ritrovato l'utile tramite l'offerta di prodotti belli e innovativi (con molte personalizzazioni possibili per rispondere a priori alla segmentazione internazionale di cui sopra) è l'emblema della nuova situazione industriale. Ma nello stesso tempo non sfugge l'aspetto della necessità che, per stare al passo della concorrenza, bisogna accompagnare a questi prodotti delle garanzie pluriennali e quindi impegnarsi che la Qualità del prodotto si mantenga nel tempo in modo che non ci si rimetta, in immagine e in riparazioni di garanzia, quello che era margine positivo apparente all'inizio.

Il bisogno di assicurazioni sul comportamento dei prodotti nel tempo è oggi sentito da tutti i settori produttivi in una catena che va dal fornitore della minima parte meccanica fino al cliente di sistemi o costruzioni complesse. Questa è una realtà a cui non sfugge nessun settore industriale e delle costruzioni. Basti pensare agli impegni sulla sicurezza e manutenzione richiesti oggi, su base pluriennale, dalle Ferrovie, dalla Difesa, dalla Pubblica Amministrazione nei capitolati rispondenti alla Legge Merloni ter, alle costruzioni in Project Financing (dove l'Appaltatore/gestore deve garantirsi un Ritorno dell'Investimento anche per 30 anni). Perciò le aziende industriali e delle costruzioni devono attrezzarsi per fornire una garanzia pluriennale e/o comunque per mantenere l'immagine di fronte a una concorrenza che offre sempre di più il mantenimento di qualità pressoché costante nel tempo del prodotto/processo.

B. LA QUALITA' E IL CONTROLLO PER PROCESSI DELLA GESTIONE AZIENDALE

[1] Dott. Ing. Sergio Di Veroli è il direttore e consulente di processi della Telebit di Roma. Docente a Master universitari della AICE-Bocconi e della Facoltà di Architettura di Roma- La Sapienza e presso ord. Ingg. di Roma e Provincia.

Lo scenario testé descritto impone alle aziende che vogliono essere competitive di passare da una Gestione Economica dell'azienda esclusivamente basata sull'annualità, a una gestione mista tra la gestione tradizionale e quella per processi pluriennali. La differenza sostanziale è che l'azienda, una volta mirava prevalentemente a curare l'ampliamento del proprio mercato su prodotti stabili nel tempo, ora deve badare a offrire per ogni segmento di mercato il giusto prodotto dove può massimizzare l'utile. Ma offrire il giusto prodotto significa entrare in una ottica tecnico-economica di lungo periodo e quindi acquisire coscienza delle conseguenze delle proprie scelte sul LCC dei singoli prodotti. La **figura 1** mostra come sia necessario vedere il Conto Economico (C.E.) Aziendale annuale come somma di contributi di processi pluriennali di prodotto, dove alcuni danno Margine Operativo positivo perché sono nella fase di Ricavo e sfruttano gli investimenti di R&D fatti in passato, altri rappresentano contributi negativi perché in fase di studio.

L'ORGANIZZAZIONE PER PROCESSI DAL PUNTO DI VISTA ECONOMICO

		Anno -3	Anno -2	Anno -1	2006	Anno +1	Anno +2	Anno +3	Anno+4	Anno +5
Processo 1	M.O.		+	+	+	+	+	+	+	+
	R. & S.	-	-							
Processo 2	M.O.						+	+	+	+
	R. & S.				-	-	-			
Processo3	M.O.	+	+	+	+					
	R. & S.									

M.O. Margine Operativo = Ricavi – Costi Attribuibili e Costi Generali

FIGURA 1: IL CONTRIBUTO DEI PROCESSI AI BILANCI ANNUALI E VISIONE PLURIENNALE DEI PROCESSI STESSI

La **figura 2** mostra il Contributo della Qualità misurata al Costo del Ciclo di Vita. Se il parametro dell'affidabilità tecnica (MTBF- Tempo medio tra un malfunzionamento e il successivo) di un prodotto/processo vogliamo che cresca, occorre normalmente spendere di più in investimenti iniziali e in produzione, con l'uso di componenti più affidabili, perché occorre dare più qualità nel tempo al prodotto. Viceversa i costi della manutenzione, sia correttiva che a programma, con i loro aggregati di costi di logistica, di indisponibilità e di grandezza dei magazzini delle parti di scorta insieme ai costi del personale diminuiscono con l'aumento dell'affidabilità dei prodotti. Il modello LCC rappresenta un punto di minimo risultato della somma delle 2 curve.

Le seguenti formule della teoria Affidabilistica, basata sul calcolo delle probabilità di accadimento di un evento e della sua frequenza nel tempo, spiegano la **figura 2**.

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$ **(Formula 1)**

dove

A= Disponibilità in % del tempo totale di uso

MTBF = tempo medio tra un guasto (malfunzionamento) e il successivo, ossia il tempo di buon uso del prodotto

MTTR= tempo medio di fuori uso del sistema per riparazione

$\lambda = \frac{1}{MTBF}$ (frequenza di guasto) a un certo tempo t= t_0 **(Formula 2)**

$$MTTR = \frac{\sum_{1}^{n} \lambda_i * MCT_i}{\sum_{1}^{n} \lambda_i}$$ **(Formula 3)**

Dove MCT_i è il tempo medio di riparazione del singolo componente e λ_i è la frequenza di guasto del singolo componente.

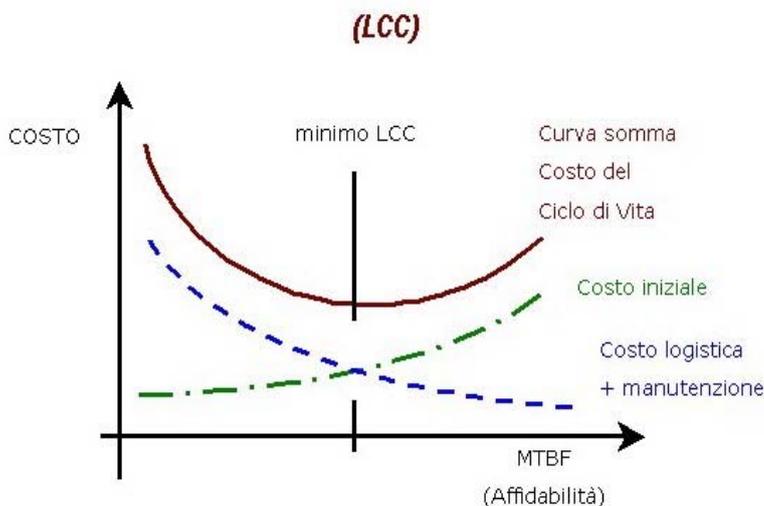



FIGURA 2: RICERCA DEL PUNTO DI OTTIMO NEL LCC IN FUNZIONE DEI COSTI INIZIALI E DEI COSTI DI LOGISTICA E MANUTENZIONE.

Se si vuole una Qualità migliore si deve aumentare l'affidabilità e si deve diminuire il tempo di riparazione, ma questi due parametri non sono minimamente indipendenti rispetto al LCC. Infatti la misura economica, in questo caso **(Formula 1)**, è data dalla Indisponibilità che è il complemento a 1 della Disponibilità A. E' ovvio che nel tempo di Indisponibilità per guasto e/o malfunzionamento si deve provvedere a mezzi sostitutivi o fermare una produzione/servizio, tutte operazioni che pesano sul LCC. Nella **Formula 3** lo MTTR (ossia il tempo medio di manutenzione correttiva e riparazione del sistema) è dipendente in modo fondamentale dalla frequenza di guasto dei componenti. Esso incide **(Formula 1)** nella percentuale di indisponibilità del sistema e quindi sui costi di non-qualità.

Queste relazioni sono basilari per l'approntamento del modello del LCC e quindi per lo studio della ottimizzazione a priori, in fase di progetto e delle sue revisioni. La **figura 3** rappresenta il flusso di un moderno progetto basato sul controllo del LCC, in modo che si tenga conto della relazione tra la simulazione RAM (Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità) e l'analisi di rischio, offrendo una base più certa alla proiezione Economico-Finanziaria.

FIGURA 3: FLUSSO DELLE ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE CON ENFASI SULLE FASI LEGATE ALL'AFFIDABILITÀ, AL RISCHIO E AL LCC

C. IL FRACAS (Failure Report Analysis & Corrective Action)

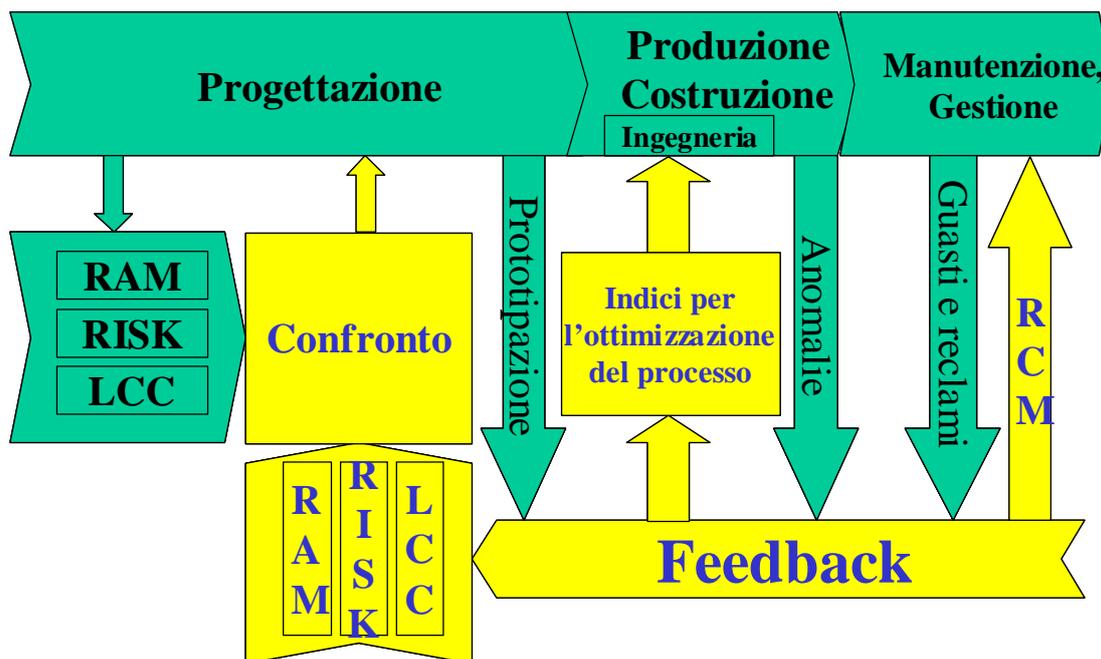



FIGURA 4: INTERAZIONE TRA PROCESSO AZIENDALE E FRACAS

Una buona Azienda deve fare la simulazione a priori del proprio business di prodotto e deve anche saperlo controllare. I metodi FRACAS (*Failure Report Analysis and Corrective Action System*) servono proprio per controllare i modelli RAM, di Safety, di LCC e di analisi di Rischio, per analizzare nel tempo le problematiche che vengono dal campo o dalla produzione e ottenere così il miglioramento continuo. La **figura 4** riporta la realtà di confronto tra le informazioni elaborate dal FRACAS e le singole parti del processo produttivo dalla progettazione alla manutenzione. Il FRACAS è utile anche nei casi i cui non si posseggano i modelli a priori, perché permette di ricostruire il comportamento reale del sistema a posteriori e valutare la convenienza sul LCC dell'operazione di correzione.

Il *Failure Reporting Analysis and Corrective Action System* è una metodologia che prevede le seguenti fasi:

1. Raccolta delle informazioni (*Failure Reporting*). Tali informazioni possono provenire dal campo e dalla gestione; oppure dall'interno dell'azienda come prove di qualifica e prototipazione, collaudi e riparazioni in produzione, costruzione dell'impianto. I dati raccolti devono essere categorizzati in modo intelligente al fine di poterli studiare e estrapolare informazioni utili nei passi successivi. Per questo scopo la collaborazione tra Ricerca e Sviluppo (R&D) e sistema FRACAS di controllo dal campo è fondamentale. Ad esempio la classificazione a priori delle causa-effetto dei malfunzionamenti deve essere svolta dalla R&D in base all'analisi FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*) della progettazione, supportata dalle prove funzionali e ambientali che si svolgono nelle fasi di laboratorio, di prototipazione e di accettazione
2. Analisi (Analysis): I dati vanno analizzati statisticamente. L'analisi può essere di tipo qualitativo (distribuzione per attributi, relazioni di causa-effetto) in base alle categorizzazioni stabilite, oppure di tipo quantitativo, come per esempio il calcolo di metriche di processo (es. *Manufacturing, Quality Rate*, CPK produttivo, parametri affidabilistici come MTBF, MTTR o Disponibilità, e tanti altri). Il sistema deve poter segnalare le ripetitività di guasto nelle diverse parti dell'albero del prodotto, anche in apparati dislocati in zone territorialmente lontane.
3. Dall'analisi devono emergere le criticità del sistema in esame, le relazioni causa-effetto delle anomalie, i cali di performance, la tendenza del sistema a divergere dalle vie previste dal progetto. Il sistema deve essere in grado di segnalare automaticamente le configurazioni di allarme previste a priori verso i FRB (*Failure Review Board*) di competenza, ma deve anche fornire strumenti adeguati agli addetti all'analisi per scoprirne altre non previste in partenza.

4. Definizione e valutazione delle Azioni Correttive (*Corrective Actions*): i FRB, convocati a seguito di una configurazione d'allarme o per una chiamata diretta da parte degli addetti per situazioni di criticità scaturite dall'analisi dei dati, devono a loro volta eseguire un'indagine della causa origine della criticità e determinare le azioni correttive per eliminarla. Tali azioni correttive non possono dirsi completate se non a seguito di una verifica dell'efficacia delle stesse nell'eliminare la criticità per cui sono state messe in pratica.
5. Il sistema (*System*). Quanto detto finora rappresenta la metodologia. Tutti i punti precedenti però vanno messi a sistema. È necessario, cioè, dotarsi di strumenti informatici adeguati che integrino la raccolta dei dati, la loro analisi, la rilevazione delle criticità, la convocazione e la relazione delle attività di Board, nonché la validazione dell'efficacia delle azioni correttive. Le suddette fasi non possono essere scisse, ma devono essere integrate tra di loro. anche e soprattutto nel caso di processi/prodotti/opere le cui attività e responsabilità siano suddivise funzionalmente e territorialmente.

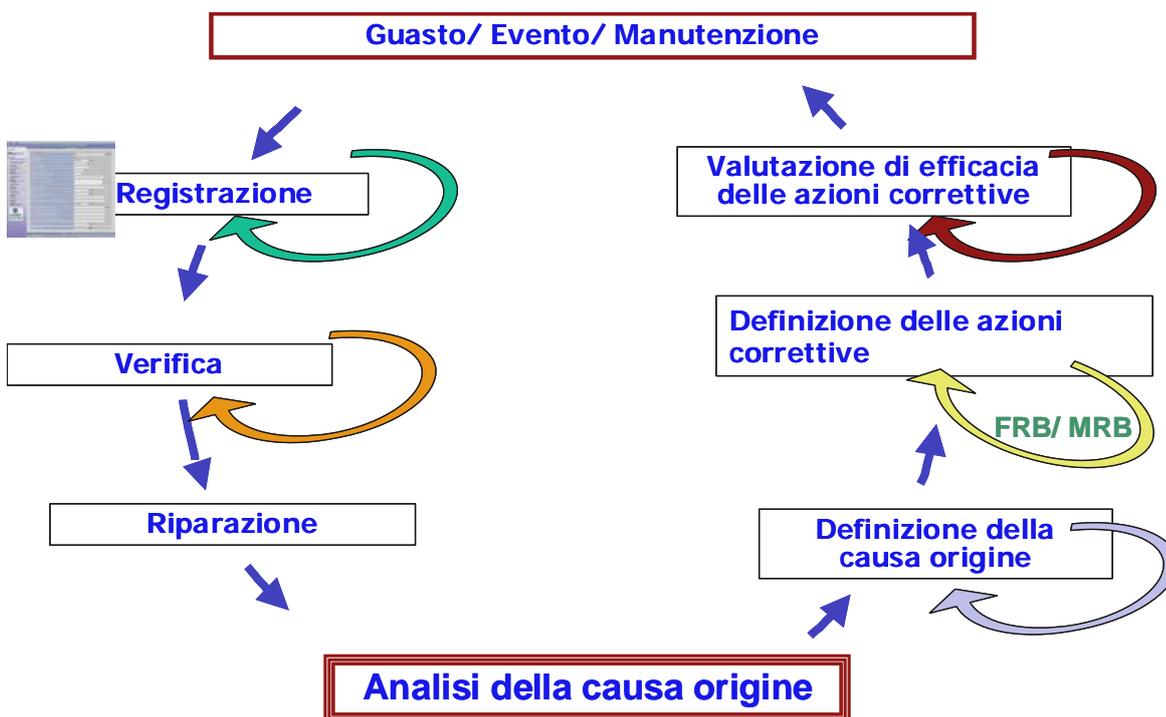



FIGURA 5: LE FASI DEL CICLO FRACAS

D. FRACAS su Web

Per quanto detto al punto 5 del paragrafo precedente, è necessario costruire un sistema di tutte le informazioni raccolte ed analizzate, nonché di quanto emerso dalle attività di Board. In questo senso la tecnologia web diventa essenziale per questo tipo di sistema. Essa consente di raccogliere informazioni provenienti da apparati dislocati in luoghi distanti tra loro, di metterne a fattor comune le difettosità, di correlarle con le relative condizioni al contorno e di rendere i risultati di tali analisi disponibili alla consultazione.

La tecnologia web garantisce l'immediatezza e la sicurezza del dato, la reattività del sistema alle criticità, grazie alla possibilità di svolgere le analisi sui dati senza essere vincolati al luogo che ha generato il dato, grazie anche agli allarmi automatici che il sistema deve poter garantire. Consente quindi all'Azienda di intervenire, prontamente e se necessario, per modificare il progetto o il processo prima che il difetto causi eccessive perdite di non qualità o di sicurezza, in modo da limitarne, in ogni caso, gli effetti.

E. FRACAS e LCC

Un sistema FRACAS su web è quindi in grado di seguire, nella sua interezza e nella sua pluriennalità, l'intero ciclo di vita del prodotto/processo/opera in tutte le sue fasi: ricerca e sviluppo, prototipazione, prove di qualifica, produzione/costruzione, prove cliente, gestione, manutenzione e Customer Service. Esso è quindi il tassello essenziale per il controllo continuo del LCC e per l'aggiornamento del relativo modello. Infatti, è

proprio dai dati statistici rilevati dal FRACAS nelle varie fasi operative, dai consuntivi dei costi, dalla valutazione della qualità e della affidabilità del prodotto in campo, che si può capire se le previsioni fatte in sede di progetto iniziale siano state rispettate o meno, e soprattutto che strada stia prendendo l'intera fase operativa del progetto stesso.

L'unione di FRACAS e del modello LCC consentono in ultima analisi di governare l'intero progetto lungo tutto il suo ciclo di vita, e forniscono ai manager strumenti dotati di completezza, sicurezza ed immediatezza per guidarne la fase operativa.

BIBLIOGRAFIA

1	Aven T.	*Foundations of Risk Analysis – A Knowledge and Decision-Oriented Perspective*	John Wiley & Sons, Ltd., England, 2003
2	Blanchard B.S., Verma D., Peterson E.	*Maintainability. A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management*	John Wiley, New York, 1994
5	Gnedenko B.V., Ushakov I.A., edited by Falk J.A.	*Probabilistic Reliability Engineering*	John Wiley & Sons, Inc., New York, 1995
7	Spiegel M.R.	*Theory and Problems of Statistics*	McGraw-Hill International, New York, 1972
9	Modarres M. Kaminskiy M. Krivtsov V.	*Reliability Engineering and Risk Analysis*	Marcel Dekker Inc., New York, 1999
12	Molinari C.	*Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia*	Sistemi Editoriali Esselibri- Napoli 2002
13	Comitato Elettrotecnico Italiano	*Norme CEI sulla fidatezza*	Edizioni CEI, Milano 2000

La manutenzione degli edifici **(Ing. Claudio Solustri)**

La Programmazione nel Piano di Manutenzione

(articolo completo dell' Ing. Claudio Solustri pubblicato sulla rivista "L'Ingegnere – ed. Mancosu – Roma)

Il piano di manutenzione di un edificio ha come obiettivo primario quello di *mantenere nel tempo la sua efficienza, consentendogli di svolgere nel miglior modo possibile la funzione per la quale è stato progettato, senza decadimenti dovuti a guasti di sue parti*.

La definizione implica la necessità di *misurare l'efficienza*; ciò è possibile mediante l'individuazione di coefficienti o standard di qualità che l'uso dell'opera deve assicurare, che vanno determinati tenendo conto del massimo livello di guasti che può essere consentito senza inficiarne gravemente l'uso.

È quindi necessario avere ben chiari gli obiettivi che si intendono ottenere con una corretta manutenzione, che saranno ovviamente diversi per un edificio di pregio rispetto ad uno di uso meno qualificato (si pensi ad una sala per cerimonie e ad un'autorimessa). Ciò comporta, in sostanza, stabilire gli standard qualitativi ed i livelli prestazionali da raggiungere con il piano di manutenzione, nonché se mantenere l'opera nella sua efficienza globale anziché operare significativi interventi di recupero o di ristrutturazione (si tratta di valutazioni tecnico-economiche).

Scopo della manutenzione è quello di *contrastare la trasformazione* mediante interventi di riparazione o di sostituzione, in genere preventivi. Ciò si può ottenere acquisendo preliminarmente alcune informazioni necessarie quali:

il *livello prestazionale* che l'opera deve continuare ad assicurare nel tempo e che individua il livello di qualità funzionale da assicurare;

le *previsioni statistiche* della vita media dell'opera e delle sue componenti, che consentono di riconoscere le differenze tra le prestazioni erogate dai componenti stessi ed i livelli di qualità assunti come standard dagli obiettivi del piano di manutenzione;

la *conoscenza del degrado,* da ottenere mediante verifiche e prove di funzionamento.

Lo strumento per rendere efficaci gli sforzi del mantenimento delle caratteristiche di corretto uso di un immobile è il *piano di manutenzione*, costituito dal manuale di manutenzione, dal manuale d'uso e dal programma di manutenzione. Esso si basa in genere su dati statistici, ricavati *dall'andamento degli eventi ciclicamente già verificatisi* o dalle prospettive di funzionalità ideate dal costruttore.

I *manuali di manutenzione* sono in genere predisposti nella forma di *schede tipo* che costituiscono una guida informativa per il manutentore e gli utilizzatori del complesso immobiliare. I contenuti sono articolati in sezioni, quali:

Fonti di informazione (i*struzioni* relative al ruolo di ogni operatore, *descrizione* attraverso foto, grafici, disegni, diagrammi e schemi funzionali *del bene da mantenere*, della sua localizzazione, degli ambiti spaziali e dimensioni, delle caratteristiche e dei subsistemi tecnologici; d*ati anagrafici* della proprietà o del gestore dell'opera pubblica e degli operatori responsabili delle varie parti della costruzione; *raccolta* dei permessi e autorizzazioni, assicurazioni, regolamenti delle pubbliche autorità e dei fornitori di servizi, normative locali e nazionali di riferimento; aggiornamenti periodici dei documenti e integrazioni normative; contratti di manutenzione, capitolati e documenti contrattuali, lista degli appaltatori, schede tecniche di materiali e componenti utilizzati);

Aspetti di manutenzione generale delle parti edili (*informazioni* di carattere generale su: *strutture* (tipologia, limitazioni di carico, rispondenza e vincoli normativi, resistenza al fuoco); caratteristiche tecniche degli edifici, impianti, ecc.; *rapporti annuali di ispezione*, nei quali vengono registrate le descrizioni degli interventi svolti; *indice e riferimenti di aggiornamento della documentazione tecnica* dei produttori di componenti, sistemi e finiture utilizzati nella costruzione);

Aspetti di manutenzione generale degli impianti (descrizione dei sistemi impiantistici, caratteristiche e prestazioni, limitazioni delle capacità e riferimenti normativi; istruzioni sulle operazioni di esercizio. Per ciascun elemento sono codificati e descritti gli interventi manutentivi da effettuare, la loro frequenza e le tolleranze);

Disegni ed elaborati grafici (*liste* degli elaborati grafici, ordinate per subsistemi, nei quali sono indicate graficamente tutte le informazioni necessarie a una corretta programmazione della manutenzione, alle scale opportune e corredate dai particolari costruttivi; planimetria generale e reti impiantistiche esterne, scala 1:500 o 1:200; piante e sezioni di tutte le strutture; sezioni tipiche; liste di componenti, schede di finiture, buoni d'ordine, certificazioni, grafici, apparecchiature; *informazioni tecniche* sulle condizioni del sito, canalizzazioni passanti, livelli dell'acqua, localizzazione esatta degli impianti interrati, fondazioni speciali e condizioni del terreno).

I manuali d'uso contengono invece istruzioni per gli utenti delle opere, in ordine al buon uso degli elementi, alla sicurezza e alla prevenzione dei rischi; per il mantenimento e la pulizia ordinaria e periodica; per eventuali *contatti di emergenza*, comprese autorità locali, polizia, sicurezza, impiantisti, artigiani edili , ecc.

I *manuali di programmazione della manutenzione* contengono principalmente le informazioni sulla *periodicità delle azioni da svolgere* per ogni elemento della costruzione. La scomposizione dell'edificio in elementi tecnici viene svolta considerando non solo le tecnologie proprie di ciascun componente o sistema, ma tenendo in conto anche esigenze di carattere amministrativo e gestionale.

Contengono inoltre le istruzioni generali sui tempi di programmazione di ogni operazione.

La determinazione dei *tempi teorici, sia relativi alle durate delle prestazioni sia intercorrenti tra gli interventi* gestionali (*cicli*), consente l'elaborazione di un *cronoprogramma* che comprende, in sintonia con le *politiche di intervento manutentivo decise* dal *property management*, le seguenti tipologie di intervento:

periodo temporale ciclico, *programmate* in funzione delle esigenze e delle finalità individuate dalla proprietà, riportate in apposito *planning* secondo le metodologie tipiche del *project management*. Si tratta, in sostanza, di elaborare una *struttura tipo W.B.S.* (*work breakdown structure*, struttura ad albero rovescio), che evidenzi le attività elementari degli interventi gestionali a cui associare le risorse di personale ed i costi. Il *piano* che ne deriva contiene l'indicazione:

degli *interventi* da effettuare, così come stabiliti dalla proprietà;

della data presunta di effettuazione degli interventi ciclicamente programmati;

del luogo di effettuazione (complesso immobiliare, edificio, scala, appartamento, ecc.);

del soggetto che li deve svolgere (tipologia delle maestranze, squadra d'intervento, ecc.);

del numero di addetti e delle risorse necessarie;

del costo.

Contiene inoltre le ulteriori informazioni specifiche necessarie per lo svolgimento dell'attività gestionale e manutentiva.

di indagine a periodo temporale ciclico, necessaria per l'individuazione delle condizioni di funzionalità e di manutenzione di parti dell'immobile (strutture, impianti, finiture, ecc.) mediante saggi, prove di efficienza, verifiche tecniche, misurazioni, ecc.

Lo scopo delle prove consente di effettuare l'intervento manutentivo nel momento in cui esso è più necessario (in modo da *evitare* un'eccessiva carenza di funzionalità delle parti immobiliari oggetto di gestione e da *ottimizzare* il numero degli interventi nel lungo periodo). Il piano di indagine contiene l'indicazione di:

livello di perdita di funzionalità;

presunta posizione dell'elemento oggetto di rilevazione in relazione alla sua durata di vita media, statisticamente ipotizzata in funzione dell'analisi storica dei dati;

risorse impegnate nelle rilevazioni;

ulteriori informazioni specifiche necessarie per lo svolgimento dell'attività gestionale da parte della proprietà.

principali rilevazioni da effettuare;

per i quali non è possibile individuare un ciclo di svolgimento, e che quindi non possono essere programmati. Si tratta degli interventi *"a chiamata"*, o "*su richiesta, riparativa, o di pronto intervento*", per i quali si addestrano squadre operative efficienti, dotate delle attrezzature necessarie e di un magazzino materiali di immediato uso e consumo, nonché di manodopera flessibile, professionalmente competente e multidisciplinare. Essi sono attivati mediante apposite *richieste di lavoro (R.D.L.)* contenenti l'indicazione di:

manutenzioni a guasto, su richiesta o "*di pronto intervento*" da effettuare;

cause che le hanno determinate;

data di inizio e fine dell'intervento (o dell'ora);

presumibile posizione nella scala dell'obsolescenza dell'elemento oggetto di intervento manutentivo in relazione alla durata della sua vita media;

risorse impegnate;

costi ed eventuali modalità di contabilizzazione;

ulteriori informazioni necessarie.

È importante rilevare come il confine tra manutenzione programmabile e non programmabile sia più labile di quanto si possa immaginare: da studi di *enti di ricerca*, può infatti desumersi come anche attività di manutenzione programmata possano riguardare cicli teorici di durata molto lunga.

Ad esempio, nel caso di *interventi manutentivi su murature portanti*, la teoria dice che – in normali condizioni di funzionamento senza manutenzione – la durata di vita media senza manutenzione è pari ad oltre 80 anni. In presenza di manutenzione mirata, effettuata ogni 15 anni, la durata di vita media supera invece i 300 anni. Il costo di ogni intervento di manutenzione è statisticamente pari all'11% del valore della costruzione a nuovo della muratura portante stessa. Dai dati, *è quindi possibile, teoricamente, pianificare gli interventi di manutenzione delle murature portanti.* Ogni anno, infatti, si opererebbe su quelle murature che hanno raggiunto il punto critico (se la proprietà deve intervenire su 300 edifici, l'intervento è mediamente uno all'anno); così il costo può ripartirsi in bilanci annuali, giungendo alla creazione di un budget di spesa sufficientemente attendibile.

Fin qui la teoria. È evidente che, in pratica, le condizioni particolari delle murature, per una durata così lunga (fondazioni, smottamenti del terreno, ecc.), condurranno alla necessità di fare delle *ispezioni preventive* (*manutenzione su condizione*) prima di effettuare l'intervento manutentivo rendendolo da programmabile a straordinario.

ESEMPIO DI SCHEDE PER LA REDAZIONE DEL MANUALE DI PROGRAMMAZIONE PER EDILIZIA RESIDENZIALE

(ove si legge "di iniziativa"si deve intendere: da stabilire in relazione al livello standard di efficacia che si vuole ottenere)

categoria	***squadra di lavoro***	***Intervento di manutenzione programmata o riparativa***	***ciclo***
Strutture verticali ed orizzontali.	Professionista abilitato	Controllo accurato in caso di dissesti in atto, controllo periodico sommario	In presenza lesioni 1 anno; in assenza 5 anni
Copertura a tetto	edile	Pulizia delle coperture a tetto e dei relativi canali di gronda.	1 anno
Copertura a tetto	edile	Verifica delle coperture a tetto e piccole riparazioni conseguenti allo scopo di garantire la perfetta integrità dei manti di copertura e delle strutture portanti	2 anni
Coperture a tetto	edile	Riparazione o sostituzione di testa di camino terminale o di canna: fumaria, di ventilazione, di areazione. Verifica dell'impermeabilizzazione e della struttura terminali in muratura;	di iniziativa

Copertura a terrazzo	edile	Pulizia delle coperture a terrazzo e dei relativi canali di gronda	6 mesi
Copertura a terrazzo	edile	Verifica delle coperture a terrazzo allo scopo di accertare la perfetta integrità dei pavimenti, dei manti impermeabili, dei parapetti, dei cornicioni e delle strutture di coronamento.	1 anno
Impermeabilizzazioni	edile	Riparazione di piccoli tratti di impermeabilizzazione. Ove non risulti possibile la riutilizzazione dell'eventuale pavimentazione rimossa, fornitura di nuovo pavimento il più possibile simile all'esistente tra quelli reperibili nel corrente commercio	di iniziativa
Cabine idriche	edile	Pulizia e disinfezione dei serbatoi di accumulo	1 anno
Colonne e discendenti	edile	Piccoli interventi murari, necessari per la disostruzione di colonne in PVC, di ghisa e tubazioni (di cemento, di PVC, ecc.) che costituiscono la schematura della rete fognaria, con controlli semestrali della funzionalità	1 anno
Opere edili intonaci	edile	Verifica dello stato di degrado, eventuali interventi di revisione degli intonaci ammalorati sia interni che esterni, e realizzazione delle opere di rappezzo e di consolidamento	2 anni
Intonaci	edile	Ripresa di intonaci di qualunque tipo, sia interni che esterni.	di iniziativa
Rivestimenti interni	edile	Verifica dei rivestimenti interni agli edifici sia dei servizi sanitari che di corridoi ed androni, allo scopo di accertarne la perfetta integrità ed aderenza ai supporti.	1 anno
Sottofondi pavimenti esterni - impermeabilizzazioni	edile	Verifica delle pavimentazioni esterne allo scopo di accertare la perfetta integrità dei manti di usura e l'efficienza dei sistemi di scolo delle acque meteoriche. Revisione ed eventuale piccola riparazione della pavimentazioni delle aree cortilizie	1 anno
Cortili interni ed esterni	edile	Pulizia delle griglie di aerazione di locali sottostanti ai cortili interni ed esterni, dei relativi bocchettoni.	6 mesi
Rivestimenti esterni:	edile	Verifica dei rivestimenti dei prospetti esterni di ogni edificio, in pietra, marmo, compresi quelli di zoccolatura, allo scopo di accertarne la perfetta integrità ed aderenza ai supporti.	2 anni
Pavimenti dei cortili	edile	riparazione di piccoli tratti di pavimentazione di cortili	di iniziativa
Infiltrazioni acqua	edile	Riparazioni da infiltrazioni acqua con oneri di ricerca dell'infiltrazione per tetti e coperture	a chiamata
Canali di gronda	edile	Riparazione di impermeabilizzazioni di canali di gronda, di coperture fabbricati e box	a chiamata

Manutenzione e forniture su parti comuni	edile	Riparazione delle canne fumarie e dei comignoli, delle canne immondezzaio, ecc.	a chiamata

Manutenzione e forniture su parti comuni	edile	Manutenzioni delle colonne di scarico delle acque bianche e nere e delle relative braghe, pezzi speciali e raccorderie, dalla braga di immissione dell'alloggio fino al sifone della rete comunale	a chiamata
Manutenzione e forniture su parti comuni	edile	Opere murarie di manutenzione delle murature e strutture dello stabile	a chiamata
Interventi murari di manutenzione riparativa	edile / marmista	rifissaggio di soglie, gradini, sottogradi o zoccolini battiscopa;	di iniziativa
Interventi murari di manutenzione riparativa	edile / marmista	riparazione di cornicioni e copertine di pietra. Ove non risulti riutilizzabile il materiale esistente, fornitura di nuovo materiale il più possibile analogo all'esistente tra quelli reperibili nel corrente commercio.	di iniziativa
Manutenzione e forniture su parti comuni	marmista	Interventi di riparazione di marmi nei casi in cui non sia necessaria la sostituzione	a chiamata
Manutenzione e forniture su parti comuni	edile / idraulico	Riparazioni di tubazioni esterne o incassate dell'impianto idrico sanitario fino al "T" di derivazione dei singoli alloggi	a chiamata
Forniture e manutenzioni all'interno dell'alloggio locato	edile / idraulico	Riparazione e / o sostituzione di qualsiasi tipo di scarico di pertinenza del singolo alloggio incassato, a parete o a pavimento, ad eccezione dei casi ascrivibili a modifiche abusive o autorizzate	a chiamata
Interventi murari di manutenzione riparativa	edile / idraulico	disostruzione di colonne di scarico sia esterne che incassate nelle murature, di pozzetti e di tratti di fognatura interna (esclusi i tratti su strada pubblica) ostruiti, anche mediante impiego di macchine idrovore tipo canal - jet.	di iniziativa
Impianti idrosanitari	idraulico	Verifica degli impianti idrosanitari delle parti comuni di tutti gli edifici	1 anno
Interventi da idraulico	idraulico	Mantenimento del regolare funzionamento di: impianti di adduzione e distribuzione di acqua e gas mediante la riparazione, ovvero la sostituzione, in tutti i casi in cui i componenti non risultino più riparabili, di ogni tipo di: rubinetti, saracinesche, galleggianti o batterie per cassette di scarico, nonché quella di tutti i raccordi esterni alle tubazioni di adduzione come cannucce anche flessibili e tubi vaso - muro. impianti di sollevamento acqua mediante la verifica delle elettropompe mediante la riparazione ovvero la sostituzione in tutti i casi in cui i componenti degli accessori meccanici ed elettrici non risultino più riparabili, quali: premistoppa, cuscinetti, valvole, pressostati, telesalvamotori, riavvolgimento dei motori elettrici; accessori interni mediante la riparazione (ovvero la sostituzione in tutti i casi in cui i componenti non risultino più riparabili) di tavolette coprivaso, di portasapone (anche liquido), di portacarta sia igienica che asciugamani.	di iniziativa

Interventi da i-draulico	idraulico	impianti di scarico di acque bianche e nere mediante disostruzione di vasi igienici, orinatoi, lavabi, bidets, lavelli, scatole sifonate, ecc.;	di iniziativa
Interventi da i-draulico	idraulico	riparazione di bocchettoni e pluviali esterni e gronde;	di iniziativa
Forniture e manutenzioni all'interno di alloggi in gestione (portiere, ecc.)	idraulico	Riparazione e / o sostituzione di tubazioni dell'impianto idrico / sanitario incassate ad eccezione dei casi ascrivibili a manomissione e a modifiche abusive o autorizzate	a chiamata
Alloggi in gestione (portiere, ecc.)	termoidraulico	Riparazione di valvole, detentori e radiatori	a chiamata
Impianto antincendio	idraulico / impianti speciali	A periodi preventivamente stabiliti si dovrà procedere ad un'accurata verifica degli impianti ed in particolare: estintori (revisione periodica) impianti automatici antincendio (tarature, verifiche, prove di funzionamento) impianti di pressurizzazione idranti (tarature, verifiche, prove di funzionamento)	1 anno (estintori 6 mesi), salvo disposizioni di legge

Impianto gas	impianti speciali / idraulico	Manutenzione del regolare funzionamento della rete di adduzione gas con eventuale sostituzione di: valvole di intercettazione combustibile elettrovalvole ed eventuale strumentazione punti di prelievo gas parti di condutture danneggiate o non idonee alle esigenze centraline rilevazione fughe gas e ogni accessorio.	di iniziativa
Pavimenti	pavimentista	Verifica delle pavimentazioni interne allo scopo di accertare la perfetta integrità dei manti di usura, degli zoccolini battiscopa dei gradini e degli scalettati	1 anno
Pavimenti	pavimentista	Eliminazione rischio scivolamento mediante revisione e/o apposizione di strisce antisdrucciolo per le scale	2 anni
Pavimenti	pavimentista	Verifica delle pavimentazioni interne allo scopo di accertare la perfetta integrità dei manti di usura, degli zoccolini battiscopa dei gradini e degli scalettati	2 anni
Pavimenti	pavimentista	Arrotatura e lucidatura a piombo di pavimenti in marmo e granito	3 anni
Zoccolini	pavimentista	Verifica degli zoccolini battiscopa dei gradini e degli scalettati	2 anni
Manutenzione e forniture su parti comuni	pavimentista	Manutenzione e sostituzione dei pavimenti porticati e zone condominiali asfaltate	a chiamata

Opere da pittore	pittore	Ripresa di coloriture e tinteggiature	di iniziativa
Opere da pittore	pittore	Tinteggiatura con tinta lavabile delle pareti interne adibite a percorsi o ad atrio, o comunque comuni; verniciatura dei manufatti in ferro, porte, serramenti, ecc. verniciatura delle parti metalliche comunque presenti negli stabili (radiatori, fancoils, corpi illuminanti da verniciare, infer-	3 anni

		riate, ecc.),	
Infissi interni	falegname	Verifica dei serramenti interni (porte e vetrate) in legno. Verifica della funzionalità, della tenuta, dei sistemi di chiusura e di apertura, dei fermi di arresto ecc., con sostituzione parziale di elementi dell'infisso stesso	1 anno
Infissi esterni	falegname	Persiane esterne avvolgibili in legno, plastica o alluminio preverniciato	1 anno
Infissi esterni	falegname	Verifica degli sportelli a vetri esterni in legno ed in metallo allo scopo di accertarne la perfetta integrità e funzionalità	1 anno
Avvolgibili e tende alla veneziana orizzontali o verticali	falegname	Mantenimento del regolare funzionamento mediante la pulizia e lubrificazioni dei componenti nonché la riparazione ovvero sostituzione in tutti i casi in cui le componenti non risultino più riparabili di: nastri e ganci di unione stecche o lamelle staffe reggi rullo, rullo avvolgitore, puleggia cinghie, funi di acciaio e cordoncini di manovra rullini guida cinghia, carrucole di invio avvolgitori automatici motori avvolgitori comandi elettrici	di iniziativa
Infissi interni ed esterni	falegname	Mantenimento del regolare funzionamento di tutti gli infissi interni ed esterni comprendente: opere di tassellatura o rettifica dei contorni; serraggio di telai anche con applicazione di squadrette dette cantonali, ove necessario per i casi di parziale rovina degli incastri, su sportelli di finestra o persiana; sostituzione di gocciolatoi, di fascette copriasta, di mostre, di tavolette di persiane alla genovese e alla francese; riparazione ovvero sostituzione in tutti i casi in cui le componenti non risultino più riparabili delle ferramenta come maniglie di ogni tipo, cerniere, serrature, cremonesi e spagnolette;	di iniziativa

Manutenzione e forniture su parti comuni- Infissi esterni	falegname	Interventi di riparazione di serramenti in legno, ecc. nei casi in cui non sia necessaria la sostituzione	a chiamata
Vetri	falegname / vetraio	Verifica degli stucchi e delle guarnizioni dei vetri di finestra	1 anno
Vetri	falegname / vetraio	Sostituzione dei vetri rotti di qualunque tipo su infissi interni ed esterni in legno metallo.	di iniziativa
Manutenzione e forniture su parti comuni - cancelli ed inferriate	fabbro	Interventi di riparazione di inferriate, cancellate, cancelli, serramenti in ferro, ecc. nei casi in cui non sia necessaria la sostituzione	a chiamata

Manutenzione e forniture su parti comuni - ringhiere e corrimani	fabbro	Interventi di riparazione di ringhiere e corrimani nei casi in cui non sia necessaria la sostituzione	a chiamata
Interventi murari di manutenzione riparativa	fabbro	Ripristino di recinzioni di qualsiasi tipo;	di iniziativa
Infissi interni in metallo	fabbro / metallaio	Verifica dei serramenti interni (porte e vetrate) in metallo. Verifica della funzionalità, della tenuta, dei sistemi di chiusura e di apertura, dei fermi di arresto ecc., con sostituzione parziale di elementi dell'infisso stesso	1 anno
Infissi interni ed esterni in metallo	fabbro / metallaio	Mantenimento del regolare funzionamento di tutti gli infissi in metallo, interni ed esterni, in ferro ed alluminio, compresa la riparazione, ovvero la sostituzione, in tutti i casi in cui le componenti non risultino più riparabili delle ferramenta ed accessori come maniglie di ogni tipo, cerniere, bilici, serrature, molle chiudi - porta aeree ed a pavimento; Mantenimento della integrità di cancellate, inferriate, griglie, botole, pensiline metalliche, con raddrizzatura e riparazione di aste danneggiate e con sostituzione di viti e bulloni o mediante saldature.	di iniziativa
Impianti elettrici	elettricista	Verifica degli impianti elettrici di tutti gli edifici, allo scopo di accertarne la perfetta funzionalità, ed in particolare: quadri elettrici (serraggio giunzioni morsettiere, controllo carpenterie, prova blocchi differenziali) linee elettriche (stato delle canalizzazioni, dei conduttori, serraggio delle giunzioni nei cassetti di derivazione e di transito) Eventuali lampade di emergenza (stato di carica delle batterie, simulazione guasti) impianto di terra (controllo dell'impianto, verifica del valore di resistenza verso terra)	1 anno
Impianti elettrici	elettricista	quadri elettrici: verifica e pulizia dei contatti degli interruttori e degli strumenti di misura compresa la sostituzione delle lampade spia e dei fusibili deteriorati	di iniziativa
Impianti elettrici e corpi illuminanti	elettricista	Mantenimento del regolare funzionamento di: interruttori e prese di qualsiasi tipo compresa la sostituzione in tutti i casi in cui non risultino più riparabili i frutti deteriorati; corpi illuminanti a soffitto o a parete mediante la sostituzione di lampade di qualunque tipo: ad incandescenza, fluorescenti, slim, alogene, a vapori ecc, deteriorate o esauste, nonché la riparazione ovvero la sostituzione in tutti i casi in cui le componenti non risultino più riparabili di ogni accessorio elettrico e di quelli dei corpi illu-	di iniziativa

		minanti quali: reattori, starter, porta lampade, schermi e parabole, supporti, tigi, borchie, ecc. impianti citofonici, videocitofonici o di chiamata, sonori e / o luminosi, compresa la sostituzione dei campanelli, pulsanti, lampade e trasformatori deteriorati	
Alloggi in gestione - impianti elettrici	elettricista	Riparazione dei quadri elettrici di F.M. e luce	a chiamata
Impianto di protezione scariche atmosferiche	elettricista	Verifica degli impianti di terra e parafulmini	2 anni
Impianto di protezione scariche atmosferiche	elettricista	Misurazione e prova di continuità tra i vari elementi dell'impianto parafulmini	2 anni
Impianti telefonici	elettricista	Mantenimento del regolare funzionamento delle apparecchiatura telefoniche di proprietà comprendente la revisione dei collegamenti degli apparecchi compresa la sostituzione delle prese, delle spine e dei cordoni difettosi.	di iniziativa

Sull'argomento si rimanda a " La gestione integrata dei patrimoni immobiliari" di Claudio Solustri

Tra tradizione e innovazione **(Prof. Salvatore Mura)**

(*Salvatore Mura Professare associata di Impianti Meccanici pressa il Dipartimento d'Ingegneria Meccanica de//'Università di Cagliari)*

Nel lavoro che si presenta viene fatta una veloce disamina degli impianti a servizio dell'edilizia partendo da quelli provvisionali. o di cantiere, sino a quelli definitivi che,in simbiosi sinergica con l'involucro architettonico, ne consentono la piena fruibilità nel tempo. Quindi si propone una breve indagine sistematica che pone in relazione le tipologie edilizie e le correnti dotazioni impiantistiche.

Poi si prenderà in esame l'aspetto legato alla vita media attesa degli impianti in relazione alla vita utile dell'immobile. Ciò in riferimento ai contesto italiano raffrontato con quello europeo e mondiale. Il lavoro si conclude con alcuni cenni riguardanti i criteri progettuali proiettati all'intera vita utile degli impianti, quelli legati alla gestione con particolare riguardo al contenimento dei consumi energetici ed infine al modello manutentivo da applicare introducendo, per quanto possibile, criteri di manutenzione preventiva sino alla formula del global service. In una visione globale del processo edilizio si possono identificare due categorie di impianti. La prima riguarda gli impianti provvisionali o di cantiere, la seconda attiene a quelli definitivi integrati nell'involucro architettonico.

Per impianti provvisionali si intendono tutti quelli necessari per la realizzazione dell'involucro che, unita mente agli impianti definitivi, costituisce l'opera finale.

Fra questi si ricordano:

- impianto elettrico di cantiere e relativo impianto di terra;
- impianto idrico-sanitario;
- impianti speciali.

Un'attenta progettazione ed una corretta esecuzione di tali impianti costituiscono la indispensabile premessa per una realizzazione secondo i canoni della regola dell'arte, in ottemperanza alle norme di sicurezza e verso l'auspicata nuova cultura del costruire nel rispetto dell'uomo e dell'ambiente.

Tali impianti sono caratterizzati dal dover garantire un elevato grado di affidabilità, sicurezza di esercizio, facilità di montaggio, semplicità d'uso, flessibilità di implementazione, possibilità di riutilizzo. Il loro impiego è limitato nel tempo ma è caratterizzato da notevole intensità di impiego ed usura. Tali caratteristiche devono costituire il punto di partenza per la loro corretta progettazione ed esecuzione. Come accennato per impianti definitivi si vuole intendere l'insieme di tutti quelli che, in simbiosi con l'involucro architettonico, ne consentono la fruibilità nel tempo in termini di sicurezza, di comfort e di sostenibilità.

Parlare di fruibilità del sistema edilizio, intendendo con ciò l'insieme armonico di involucro ed impianti, implica necessariamente l'introduzione della variabile tempo. Ovvero il ciclo temporale dell'opera o, con una accezione più condivisa, la vita media utile dell'opera. Tale concetto, presente nell'impiantistica industriale, stenta a diffondersi nel campo civile. Per la verità tale variabile è stata quasi sempre trascurata sia nella fase di progettazione che in quella di esecuzione degli impianti. Ciò in parte è legato al fatto che ancora manca la consuetudine alla progettazione coordinata e che inconsapevolmente si è accettato che questi tradizionalmente avessero comunque una vita utile non paragona bile a quella dell'involucro architettonico.

Tipologie Edilizie e Dotazioni Impiantistiche

Va da se che ogni epoca si caratterizza per la tipologia e la qualità del costruito e per la presenza o meno della componente impiantistica. Il tempo ci ha tramandato un immenso patrimonio architettonico che ci consente di ripercorrere, dal punto di vista storico, l'evolversi dell'impiantistica. Di seguito verranno esaminate le dotazioni impiantistiche tipiche dell'edilizia residenziale. Trascurando importanti esempi di climatizzazione naturale, leggi bioclimatica, riscontrabili nelle costruzioni nuragiche, nelle ville romane e in quelle del Palladio totalmente in armonia con l'ambiente circostante, limitiamo il campo di indagine del costruito dalla seconda metà del novecento ai giorni nostri. Da tale momento infatti l'impiantistica inizia a conquistare un ruolo non marginale nel complesso edilizio.

Edilizia Residenziale

Le modalità costruttive degli edifici residenziali, sino all'introduzione della componente impiantistica, erano tese a costituire uno schermo che, interagendo con la situazioni climatiche esterne del luogo, consentisse un livello di comfort interno accettabile. Probabilmente si potrebbe affermare che i progettisti ed i costruttori di quei tempi siano stati i precursori dell' adaptive approach al benessere tenendo ben presente il comportamento dell'uomo nei confronti delle variazioni climatiche e mitigando queste attraverso !'involucro edilizio. Successivamente i modelli co struttivi si sono orientati verso sistemi industrializzati abbandonando quel modo di costruire consapevole legato alla profonda conoscenza del contesto geografico e climatico del luogo unita mente ai rapporti dinamici fra costruito ed esterno.

Le strutture a telaio in cemento armato e le successive tamponature con manufatti in laterizio sempre più leggeri, il non corretto orientamento secondo assi eliotermici, la mancanza di coibentazione, la non corretta disposizione degli ambienti interni in rapporto all'esposizione, la non valutazione del rapporto superficie Fig. esposta e volume riscaldato, la non razionale disposizione delle superfici vetrate, la presenza di ponti termici strutturali, a partire dagli anni Cinquanta, hanno dato luogo ad un parco edilizio energivoro, tal volta mai sano, di cui ancora oggi si pagano le conseguenze.

In questi anni si assiste al diffondersi di una impiantistica"'povera", soprattutto per contenuti tecnologici, frutto di un trascurabile costo dei combustibili, di una pressoché totale assenza di ricerca, di una inesistente sensibilità ecologica e della necessità pressante di soddisfare comunque una sempre più crescente richiesta di comfort ambientale. Giova rammentare che negli anni dell'immediato dopoguerra il comfort ambientale era legato essenzialmente al riscaldamento invernale degli ambienti. Tutto ciò avveniva nel più totale disinteresse e nella più totale ignoranza delle conseguenze che tale approccio avrebbe inevitabilmente prodotto sull'ambiente con il trascorrere del tempo. Nascono quindi le prime centrali termiche a carbone, soprattutto nei grandi complessi residenziali, successivamente si passa agli oli combustibili, ai semifluidi, ai Btz sino al gasolio e al gas metano dei giorni nostri. Gli impianti interni erano costituiti da colonne verticali, servite da un anello corrente a pavimento o sospeso al pilotis, dalle quali venivano derivati gli allacci ai corpi scaldanti. Questi erano costituiti o da piastre radianti in acciaio o radiatori in ghisa. Successivamente sono comparsi quelli in alluminio. Tra gli anni 50 e 60 si diffusero, soprattutto nel centro nord dell'Italia, gli impianti a pavimento radiante. Il loro impiego non ebbe grande seguito per gli inconvenienti legati alla non facile regolazione dei valori della temperatura interna ed al discomfort legato a patologie conseguenti alla sovratemperatura dei pavimenti. Anche la tecnica di installazione risultava approssimativa e tale da non consentire interventi manutentivi di semplice esecuzione.

La progettazione degli impianti non era regolamentata così come il tempo di esercizio degli stessi ed il valore delle temperature interne. Gli impianti risultavano di solito sovradimensionati e la regolazione della temperatura interna era affidata o all'apertura delle finestre o alla riduzione del valore della temperatura dell'acqua di mandata. Ciò ha comportato seri inconvenienti alle caldaie dovuti alla formazione di condense acide. In questo quadro, non certo esaltante del nostro passato impiantistico, la variabile tempo non compare tra le condizioni di progetto, tanto meno veniva considerato l'aspetto energetico e quello della compatibilità ambientale. Totalmente ignorato l'aspetto della manutenibilità e nessuna prescrizione sulle tecniche di manutenzione da adottare nel tempo.

Negli anni del boom economico nazionale cresceva la domanda degli immobili residenziali e con essa quella del comfort ambientale interessando via via anche la climatizzazione estiva. Anche in questo caso la prima risposta è stata quella dei condizionatori autonomi da finestra, soprattutto di provenienza americana, caratterizzati da un elevato livello sonoro. Successivamente si è passati ad impianti più sofisticati centralizzati e non per arrivare a quelli di termoventilazione, alimentati da caldaia, con possibilità di inserimento di gruppi di refrigerazione per il trattamento estivo. Il passo successivo è stato quello degli impianti a ventilconvettori ritenuto più flessibile e confortevole.

La prima crisi energetica mondiale del Kippur ha scosso le coscienze ed in Italia si è giunti all'emanazione della legge del 30 aprile 1976 n. 373, Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici e del successivo decreto di attuazione Dpr del 28 giugno 1977 n. 10S6.

Tale disposto legislativo ha rappresentato una pietra miliare nel panorama impiantistico nazionale. Infatti per la prima volta vengono stabiliti criteri univoci per la progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici, oltre che per l'isolamento termico degli edifici.

Il passare degli anni, le continue crisi energetiche, l'aumento esponenziale del costo dei combustibili, l'emanazione di leggi sempre più restrittive ed attente, definiscono regole chiare sulla progettazione, installazione ed esercizio degli impianti, promuovono l'innovazione e la ricerca tecnologica delle apparecchiature e la sperimentazione di nuove tecniche impiantistiche sempre più affidabili e rispettose dell'ambiente.

La regolazione, mediante centraline climatiche, costituisce un ulteriore tema di ricerca ed innovazione degli impianti. Tale tematica ha raggiunto oggi progressi inimmaginabili con l'introduzione dell'elettronica della telematica e della trasmissione dati a distanza. Oggi è consuetudine parlare di home automation, office automation, building automation, intendendo con ciò la creazione di sistemi capaci di gestire l'intero impianto nell'ottica del contenimento energetico.

Negli anni successivi compaiono i primi impianti solari termici, generalmente impiegati per la produzione di acqua calda sanitaria, con qualche tentativo di integrazione degli impianti di riscaldamento.

Passata la grande paura della prima crisi energetica e sino all'emanazione della legge n. 10/91, "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnova bili di energia" che di fatto sostituisce la superata legge 373, il panorama impiantistico non subisce grandi innovazioni. Il 26 agosto 1993 viene emanato il Dpr n. 412 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli

edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia: Tale dettato legislativo pone l'Italia in una posizione di primo piano, nel contesto europeo, nel settore energetico. La mancanza di alcuni decreti attuativi e norme di riferimento, un certo lassismo da parte degli enti periferici in materia di controlli hanno vanificato, per buona parte, gli obiettivi prefissati.

In questo scenario compaiono i primi impianti a pompa di calore nella configurazione centralizzata e, purtroppo, nella versione «Il split system.

Utilizzato in maniera indiscriminata il secondo sistema ha portato Q ad un imbarbarimento della impiantistica e non solo. Tale tecnologia, unita alla spregiudicatezza di alcuni costruttori, poco inclini all'osservanza delle leggi, nonché al mancato controllo da parte degli enti locali, ha dato la possibilità di evitare le prescrizioni della legge 10 in materia di risparmio energetico. Ancora in questo periodo vengono premiate le realizzazioni di impianti singoli rispetto a quelli centralizzati in nome di un presunto risparmio energetico e di un migliore comfort perseguibile. Concetti legati certamente alle mutate condizioni di vita degli utenti, al crescente bisogno di soddisfare una domanda di comfort completamente slegata dalle conseguenze che questa tendenza avrebbe ingenerato nel panorama energetico nazionale e nell’impatto sull'ambiente.

La crescita esponenziale del costo dei combustibili, ha stimolato ulteriormente la ricerca sia nel campo delle macchine per il condizionamento sia per quanto riguarda 11mpiantistica interna degli edifici ed il loro modo di utilizzo, il tutto legato alla sperimentazione di nuovi involucri edilizi sensibili ai problemi energetici. Si perfezionano i gruppi in pompa di calore ed i chiller ottimizzandone le prestazioni anche ai carichi parziali, si sperimentano, con buoni risultati, impianti con le pompe di calore che utilizzano il sottosuolo come sorgente di energia. Vengono rilanciati gli impianti a pannelli radianti a pavimento alimentati o con caldaie a condensazione o con pompa di calore. Si assiste ad una lenta ma certa inversione di tendenza premiando gli impianti centralizzati ma dotati di sistemi di contabilizzazione e regolazione del calore per singola unità residenziale. Si ritorna a parlare di Impiantistica. Da non trascurare ancora il lento passaggio dal conosciuto R22 a gas frigorigeni ecocompatibili ed ancora la comparsa di nuovi compressori. Il largo impiego dell'elettronica ha ulteriormente perfezionato le macchine per il condizionamento e l'impiantistica in generale ha raggiunto livelli di tecnicismo piuttosto elevati.

Vita Media Attesa per gli Impianti

Come detto in precedenza il concetto di durata temporale dell'impianto nel contesto architettonico è di recente acquisizione, Ciò è dovuto al fatto che non esiste edificio che possa essere completamente fruito senza che il suo corredo impiantistico funzioni correttamente. Il valore economico degli impianti per contro ha raggiunto, in relazione alle tipologie considerate, cifre paragonabili a quelle dell'involucro stesso, Ovviamente quanto detto va contestualizzato nell'ambito geografico di intervento definito. Nel continente europeo, ed in modo più significativo in Italia, il patrimonio immobiliare viene considerato disgiunto dal tempo. La cultura della conservazione del bene, la pratica manutentiva diffusa nel settore immobiliare, hanno avuto come conseguenza la dilatazione della vita utile dell'involucro architettonico, soprattutto se rapportata alla più rapida obsolescenza delle componenti impiantistiche. Tale considerazione dovrebbe far riflettere quindi sul modo di progettare e costruire al fine di evitare danni che, come visto, si protraggono nel tempo. Il parco edilizio energivoro, di cui si è fatto cenno, è una dimostrazione di ciò. Le riflessioni esposte portano inevitabilmente verso una sempre maggiore integrazione fra involucro ed impianti, leggi edificio, fra edificio e persone, fra edificio ed ambiente esterno. Tutto ciò presuppone, oltre alla corretta progettazione degli impianti, anche la progettazione della manutenzione degli stessi che comunque, è bene evidenziarlo, non potranno mai raggiungere la vita utile dell'involucro almeno nella configurazione iniziale. Questo legato ad aspetti di obsolescenza propri degli apparati elettromeccanici, al progresso ed alla innovazione tecnologica, ad aspetti normativi che implicano la sicurezza e l'efficienza dei componenti. Il concetto di vita media degli impianti richiama quello di affidabilità degli stessi, Dove per affidabilità si vuole intendere la "capacità di un sistema di svolgere precise funzioni, in determinate condizioni, per un tempo determinato",

Ecco la variabile tempo intervenire nel concetto di affidabilità. L:affidabilità quindi deve entrare a pieno titolo fra i parametri progettuali e questo, scelti i singoli componenti fra quelli più affidabili, consente di ottenere impianti affida bili se tutti i singoli componenti sono inseriti in un disegno razionale che premi la semplicità di montaggio, la facilità d'uso e la successiva manutenibilità. Mutuando dagli impianti industriali il concetto di"processo guasto – manutenzione - ripristino dei sistemi riparabili" si definisce Mttr, Mean Time To Restoration (fig. 1), come il tempo medio di ripristino che comprende:

- il tempo medio di diagnosi;
- il tempo medio di attivazione; - il tempo di riparazione;
- il tempo di ripristino della funzionalità.

Si vede come la manutenibilità giochi un ruolo rilevante nel tempo di ripristino del bene e quindi nei costi della manutenzione. Di ciò si deve, come detto, tener conto nella fase di progettazione. In questa ottica devono intendersi i contributi delle leggi 46/90 del 5 marzo 90, la 10/91 e la 109 sui LL.PP. che introduce

il"Piano di Manutenzione" dell'opera non solo come enunciazione di principi generali ma contestualizzati allo specifico impianto.

Criteri di Progettazione degli Impianti

Una crescente consapevolezza, una normativa sempre più attenta e cogente orientano la progettazione del sistema edificio impianto verso il soddisfacimento del comfort personale mediato tra le esigenze di tutela dell'ambiente e contenimento energetico. Tutto ciò può e deve ottenersi rivedendo integralmente i processi progettuali complessivi, adottati sino ad oggi, per proiettarsi verso una visione complessiva di sistema che comprenda l'intero ciclo di vita dell'edificio.

L:urbanista, l'architetto, lo strutturista e l'impiantista non devono più essere figure che compaiono nella scena progettuale in tempi differenti e senza un raccordo progettuale e prestazionale condiviso. Occorre un lavoro organico, con testuale e sinergico che, valutate nel loro complesso tutte le condizioni al contorno, esame del sito sotto l'aspetto climatologico e valutate le sue risorse, posti gli obiettivi di cui sopra, individuati gli usi finali degli edifici in relazione anche al possibile profilo energetico degli utenti, dia luogo ad un lavoro di sintesi che ottimizzi gli aspetti della bioedilizia e della compatibilità. Ciò darà luogo alla realizzazione di edifici in sinergia con i suoi impianti e con il contesto esterno. Gli impianti non più i soli artefici del microclima e del comfort interno ma, in simbiosi con l'involucro, intervengono a soddisfare i carichi di picco non gestibili da quest'ultimo. In quest'ottica l'edificio và considerato, non più come un sistema in regime stazionario nei confronti delle sollecitazioni esterne, vento, sole, pioggia... ma, in un contesto dinamico di continui scambi di energia mediati dall'involucro esterno. Per fare ciò quest'ultimo dovrà essere correttamente orientato, dovrà essere dotato di opportuna massa in grado di accumulare calore nella fase invernale e modificare nel tempo l'assorbimento in estate, dovranno prevedersi serre solari ma anche schermi, possibilmente orientabili, per il controllo dell'irraggiamento solare, dovrà ottimizzarsi il rapporto SN, dovranno valutarsi con molta attenzione la posizione e la dimensione delle superfici vetrate, oculata dovrà essere la scelta dei materiali coibenti cosi come il loro posizionamento all'interno delle strutture opache, dovranno abolirsi tutti i ponti termici adottando tecniche costruttive più attente, per ogni orientamento e per ogni composizione stratigrafica dovrà verificarsi la possibile formazione di condensa superficiale e/o interstiziale. Dovranno predisporsi opportuni spazi dedicati all'accoglimento delle centrali tecnologiche e di componenti per l'utilizzo di fonti energetiche rinnova bili, dovranno razionalizzarsi i percorsi per Il passaggio delle reti al fine di esaltare il concetto di manutenibilità degli impianti per il periodo di vita utile stimato. Di tutto ciò si terrà conto nella distribuzione interna degli spazi oltre che nella destinazione d'uso degli stessi. Quanto sopra potrebbe non essere ancora sufficiente se a queste azioni non seguisse una rivisitazione del concetto di comfort. Occorre quindi rivalorizare il comportamento umano sul tema del comfort adattativo teso a ridurre la sensazione di discomfort modificando Il proprio atteggiamento comporta mentale. In questo scenario l'impiantista deve assumere un ruolo diverso, non più quello del solver problem ma di colui che integrando le conoscenze della fisica tecnica, dell'energetica, del comportamento termofisico dei materiali e delle più innovative tecnologie impiantistiche dialoga, sin dalle prime fasi della progettazione, con gli altri attori al fine di pervenire ad una progettazione bioclimatica condivisa. Non più solo impiantista termotecnico ma attento analizzatore e gestore dei processi energetici, colui che, con competenza e sapienza, miscela gli apporti gratuiti di energia con quelli richiesti agli impianti nel delicato susseguirsi di scambi fra involucro ed esterno, fra involucro ed utenti al fine di conseguire il comfort necessario in un contesto di biocompatibilità.

Tutto ciò, nell'elevare la figura del progettista termotecnico, richiede, da parte di questo, non più solo una visione ristretta all'osservanza dei dettami normativi ma una trasversalità culturale capace di rilanciare, qualificandola, l'attività progettuale.

Gestione

Recenti studi, seppur non ancora esaustivi, hanno dimostrato come utilizzando la teoria del comfort adattativo si possano perseguire non trascurabili risparmi energetici. Ciò soprattutto negli impianti Nfc,(Not fully mechanically controlled), dove cioè è possibile un qualche intervento umano sulla regolazione dei parametri di comfort. Ciò sembrerebbe costituire un ostacolo verso un asservimento degli impianti a sistemi intelligenti di gestione in grado di calibrare l'intervento dell'impianto adattando la risposta dello stesso alla reale esigenza di comfort ambientale. Tutto ciò si ritiene possa essere superato nel momento in cui le teorie di Brager e de Dear saranno adottate come standard di riferimento, modificando le aree di benessere definite da Fanger. Peraltro tale processo di revisione dei parametri termoigrometrici di comfort risulta essere già in atto Iso/Ais 7730 -Ashrae standard 55).

Oltre a quanto detto occorrerà ripensare ad una centralizzazione degli impianti, in termini di produzione dei fluidi vettore, e ad una sempre più rigorosa azione di controllo, registrazione, contabilizzazione dei consumi del singolo con conseguente addebito economico. Ciò può consentire una più efficiente ed economica gestione degli impianti oltre a rappresentare, per il singolo utente, una sorta di specchio del proprio profilo

energetico. Non trascurabile si ritiene l'azione di sensibilizzazione sui concetti di ecosostenibilità e comfort da svolgere capillarmente presso i costruttori e gli utenti finali.

E' opinione dello scrivente che per gestire occorra innanzitutto conoscere. Per conoscere un impianto è necessario disporre di un progetto esecutivo reale, "as built', corredato dai dati prestazionali attesi In relazione alle caratteristiche dell'involucro che lo contiene. Risulta necessario quindi disporre degli esiti di tutte le prove eseguite durante la fase di montaggio ed ancor più di quelle eseguite durante la fase di start up e di collaudo. Questo primo step deve essere completato da una ricognizione in situ che possa fornire una indicazione sullo stato d'uso dell'impianto, se esistente, e sulla corrispondenza tra quanto riscontrato sulla carta e quanto presente nella realtà per quelli di nuova installazione. Per gli impianti esistenti sarà utile conoscere anche la risposta prestazionale sia in rapporto all'andamento stagionale che in rapporto all'utilizzo effettuato, il tutto confrontato con i consumi registrati.

Espletata la fase della conoscenza occorre impostare quella della gestione dell'impianto. Stante tutte le considerazioni sin qui svolte la gestione dovrebbe concretizzarsi come "l'insieme di tutte quelle azioni tese all'ottenimento del necessario comfort con il minimo dispendio di energia e con il minimo impatto ambientale", Il tutto nel rigoroso rispetto delle norme vigenti riguardo a:

- rispetto del valore delle temperature all'interno degli ambienti; - climatizzati;
- tempo di esercizio nell'arco delle 24 ore giornaliere;
- temperatura di produzione e distribuzione dell'acqua sanitaria. I sistemi di regolazione, di contabilizzazione e di supervisione disponibili sul mercato, il terzo responsabile ed una seria campagna di verifiche, così come previsto dalla legge, dovrebbe consentire il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Manutenzione

Prima di addentrarci nello specifico occorre valutare quelle che possono essere le attese dell'utente finale nei confronti dell'impianto,

Disponibilità e affidabilità sono le richieste più ricorrenti unitamente ad economicità, semplicità d'uso e manutenzione, Ancora è bene fare una prima suddivisione fra: impianto autonomo e impianto centralizzato e da questa una attribuzione di responsabilità. Per i primi il responsabile è il proprietario o colui che esercisce il bene. Entrambi possono delegare un terzo in possesso di opportuni requisiti tecnico professionali. Per i secondi il responsabile risulta essere l'amministratore o un terzo da questo delegato. Anche in questo caso il terzo responsabile deve possedere determinati requisiti legati alla potenza dell'impianto gestito. Come appare evidente nell'uno e nell'altro caso sia per la gestione che per la manutenzione vige la prassi dell'outsourcing o esternalizzazione e questo sia che si tratti di manutenzione correttiva che preventiva.

Occorre tuttavia riscontrare come a tutt'oggi non sia chiaro e definito il confine fra gestione e manutenzione dell'impianto creando zone di sovrapposizione che finiscono col deresponsabilizzare i preposti soprattutto se i due servizi sono affidati a diversi soggetti. L':assoluta mancanza di verifiche e controlli sullo stato manutentivo degli impianti contribuisce a disattendere quanto previsto dalle norme..

Le norme Uni e le già citate leggi nazionali tracciano un percorso manutentivo, l'Aicarr attraverso il proprio Comitato Tecnico e Normativo ha predisposto un documento "linee guida sulla manutenzione degli impianti di climatizzazione", il ministero della Salute, Dipartimento della Prevenzione e Comunicazione, ha diramato un documento "schema di linee guida per la definizione di protocolli tecnici di manutenzione predittiva sugli impianti di climatizzazione", Preso atto delle reali difficoltà insite nella redazione di un piano generale di manutenzione che non sia solo l'enunciazione di definizioni e di prestazioni ritenute necessarie, considerato che ogni impianto è pressoché unico e pertanto necessita di prescrizioni particolari, che il suo livello di mantenimento, oltre che dalla manutenzione, è funzione del modo con il quale viene esercito, risulta che quanto sopra, seppur apprezzabile e necessario, appare ancora frammentario, poco incisivo, di non semplice attuazione e di difficile regolamentazione contrattuale

Di seguito si vuole proporre un percorso che partendo da punti certi al fine consenta di raggiungere gli attesi obiettivi. Prima di tutto occorre partire dal concetto di manutenibilità dell'impianto con tutte le scelte progettuali, esecutive e gestionali che questo comporta. Questo primo passaggio dovrebbe essere verificato, con rigore, nel momento della validazione del progetto esecutivo, che comprende anche il piano di manutenzione dell'opera e quindi dell'impianto e controllato durante tutta la fase di esecuzione e collaudo. Successivamente occorre partire dal seguente significato di manutenzione: Per manutenzione si vuole intendere "l'insieme di tutte quelle azioni necessarie tese alla conservazione nel tempo del patrimonio impiantistico in un'ottica di continuo miglioramento delle prestazioni, di garanzia del servizio e di adeguamento alle eventuali mutate esigenze normative.

In questo contesto si ritiene possa individuarsi un sistema di Global Service Maintenance) che per sua definizione offre un servizio globale di manutenzione e gestione degli impianti a fronte di un pattuito corrispettivo. Il contratto di Global service di manutenzione è un contratto basato sui risultati. Essendo questo di na-

tura atipica il rapporto negoziale tra le parti necessita di un quadro esaustivo delle problematiche giuridiche derivante dall'operazione economica intrapresa dalle stesse.

Occorre cioè predisporre un contratto con le caratteristiche dell'autosufficienza.

Gli attori diventano il committente (terzo responsabile o il titolare del bene) e l'assuntore (impresa specializzata in manutenzione ed avente i requisiti previsti dalla legge).

L'oggetto della manutenzione, impianto, deve essere esplicitato in maniera univoca in un disciplinare tecnico che costituirà la base del contratto. Il disciplinare tecnico deve descrivere in modo esaustivo l'oggetto dell'attività manutentiva, il tipo di impianto, le sue caratteristiche tecniche, le sue caratteristiche prestazionali, la disponibilità di servizio attesa, i criteri generali e puntuali per lo svolgimento delle singole attività manutentive, le modalità organizzative che l'appaltatore dovrà seguire nell'esecuzione delle singole lavorazioni, la tempistica con la quale le operazioni di manutenzione devono essere eseguite in relazione alla loro tipologia, (a guasto, preventiva...), le penali stabilite per prestazioni manutentive tardive o non correttamente eseguite.

Appare evidente come tale documento debba subire continui adattamenti in funzione dei primi risultati conseguiti.

In questo rapporto il committente deve condurre correttamente 11m pianto secondo parametri e procedure condivise con l'assuntore. Quest'ultimo a sua volta si impegna a fornire tutti i servizi di manutenzione ed eventualmente di gestione necessari al raggiungi mento degli obiettivi prefissati cosi come riportati nel progetto di G.S. redatto dall'assuntore.

La norma Uni 10685 non a caso definisce il contratto di Gsm come un "contratto di risultato".

Si ritiene inoltre utile, partendo dalla definizione di manutenzione data, che le parti inseriscano nel contratto di G.S. la clausola con la quale si vincola l'assuntore all'esecuzione di tutti quegli aggiornamenti sull'impianto tesi ad accrescerne la vita utile, l'affidabilità e la rispondenza ad eventuali mutati scenari legislativi. Posto che il contratto di G.S. è un contratto basato sui risultati appare di fondamentale importanza inserirvi una clausola di "verifica" dell'attività svolta dall'assuntore mediante parametri obiettivi e condivisi,

Ciò pone il committente, o chi per esso, nella facoltà di svolgere quell'azione di controllo e verifica sull'attività manutentiva svolta dall'assuntore e sullo stato dell'impianto. Tutto ciò anche in rapporto al risultati conseguiti rispetto a quelli attesi.

I risultati di tali verifiche dovrebbero costituire, se opportunamente elaborati, il riferimento per quella azione di adegua mento da prevedere nel contratto di G.S,

Conclusioni

In estrema sintesi riportata ripercorre la storia dell'impiantistica, a servizio dell'edilizia residenziale, negli ultimi cinquanta anni

I temi dominanti sono stati da una parte le crisi energetiche, Il conseguente inarrestabile aumento del costi e la conseguente consapevolezza dell'esauribilità dei combustibili fossili. Dall'altra la presa coscienza del concetto di sostenibilità a cui dovrebbe ispirarsi ogni azione umana. In tutto ciò si prende atto del continui progressi tecnologici sia delle apparecchiature che delle tecniche impiantistiche.

La normativa, ormai europea, seppur con notevoli contraddizioni e ritardi, appare più rispondente alle reali esigenze di comfort nel rispetto dell'ambiente e con l'obiettivo del risparmio energetico. Utilizzando le potenzialità di internet, la creazione di un sito centrale nel quale far confluire i dati di controllo relativi agli impianti eserciti in regime di global service, a cura del committente e/o dell'assuntore, potrebbe contribuire, almeno in parte, al rispetto di quanto previsto agli Art. 16 e 17 del Dpr 551/99 semplificando il compito delle amministrazioni periferiche.

Sistemi Informativi "intelligenti" (Ing. Maurizio Cattaneo)

Sfruttare i Sistemi Informativi di Manutenzione e utilizzarne i dati per eseguire un efficace auditing.

di Maurizio Cattaneo – Amministratore Global Service & Maintenance S.r.l.
Consigliere Nazionale AIMAN 2002/2005 –
Coordinatore Sezione AIMAN Marche-Umbria-Abruzzo

Milano, 20 Novembre 2002

Perché: Sistemi Informativi "intelligenti"?

I servizi di manutenzione aziendali utilizzano ormai da molti anni il sistema informativo (SIM) come mezzo per gestire le loro attività.

Una parte consistente di essi non trae dall'impiego del SIM sostanziali benefici, eccetto la mera automazione dei processi aziendali.

Le imprese incontrano molte difficoltà nell'ottenere risultati derivanti dall'applicazione del sistema informativo e dai feed-back che esso produce.

Il SIM è visto come un utile strumento per ottenere dati quantitativi, soprattutto consuntivi, allo scopo di valorizzare le spese, i guasti, l'efficacia e l'efficienza del personale, il turn over di magazzino, ecc.

In definitiva, non si fa, per utilizzare un termine oggi alla moda, un uso "proattivo"1 del sistema informativo.

Le cause sono molteplici: i sistemi non sono adeguati a fornire feedback per il miglioramento della manutenzione, gli utilizzatori hanno scarse conoscenze sull'utilizzo dei sistemi e svolgono funzioni di pura alimentazione dei dati, il tempo dedicato all'esame dei risultati di gestione è scarso e non c'è abbastanza motivazione all'analisi e alla critica...

I feed-back offerti dal SIM sono sistematicamente ignorati.

La situazione può essere migliorata intervenendo nella qualificazione dell'offerta di sistemi, nella formazione e nello sviluppo organizzativo.

Un altro percorso di cambiamento consiste nell'attribuire un ruolo diverso al SIM, da qui l'appellativo di sistema informativo "intelligente".

Il Sistema Informativo di Manutenzione è un importante attivatore dei processi manutentivi, ma possederlo non serve a nulla se poi l'organizzazione non utilizza lo strumento in modo adeguato.

Al contrario se il sistema informativo non svolge un ruolo di attivatore, diviene un intralcio non indifferente alla gestione del quotidiano, nonché foriero di importanti sperperi di tempo e di denaro.

Avere un "approccio proattivo" significa riorganizzarsi sia dal punto di vista tecnologico che delle metodologie e soprattutto delle risorse umane, in modo che il sistema Azienda sia in grado di percepire anticipatamente le tendenze ed i cambiamenti futuri per pianificare le azioni opportune in tempo (Pallme Consultino).

La strada del miglioramento: Come utilizzare meglio i sistemi informativi esistenti e renderli efficaci.

I problemi nell'utilizzo dei sistemi informativi iniziano sin dal momento della loro acquisizione.

Pochi affrontano con la dovuta attenzione il percorso di qualifica e selezione dei fornitori e dei prodotti.

Spesso non viene valutato come dovrebbe il costo dell'intero ciclo di vita del software laddove, per i sistemi informativi di manutenzione, i costi di esercizio sono uno/due ordini di grandezza superiori ai costi di acquisizione.

L'Ente responsabile dell'acquisto sottovaluta la capacità del fornitore di procurare le competenze necessarie a collaborare in un progetto mirato alla taratura dei processi gestiti dal sistema informativo e alla realizzazione degli obiettivi tecnici e organizzativi legati all'acquisto del software.

Il fornitore è organizzato per offrire il software, il suo aggiornamento e la manutenzione correttiva migliorativa, e poco altro. Nella migliore delle ipotesi, il fornitore è in grado di offrire anche un servizio di assistenza che dovrebbe coprire, come minimo, l'attività di formazione e l'avviamento iniziale.

Il fornitore del sistema informativo, difficilmente può spingersi oltre.

Per questa ragione, le società più grandi e meglio organizzate o semplicemente le più avvedute, per sostenere il cambiamento organizzativo e il progetto di implementazione del sistema si affidano a società di consulenza che hanno come missione la direzione e l'organizzazione aziendale, in definitiva sono i "tecnici" delle "materie" gestite dal sistema informativo.

Un caso eclatante di questo connubio è SAP.

SAP è un sistema ERP, sviluppato da una società tedesca e sostenuto in tutto il mondo da una miriade di società di servizi di varia dimensione che sono legate all'azienda produttrice in diverse maniere (spesso con un rapporto di partnership) e coprono le più disparate esigenze di assistenza dalla personalizzazione, alla ge-

stione del cambiamento, alla formazione e addestramento del personale, alla configurazione e attivazione del software.

Il dualismo che si crea fra la società fornitrice e l'"applicatore", è fonte di non poche inefficienze e rigidità, che sono giustificabili solo in progetti di grande dimensione, per loro natura complessi e fonte di "sprechi".

In progetti di minore entità come sono quelli di sviluppo di un sistema di manutenzione, il dualismo produttore-consulente rischia invece di compromettere il raggiungimento degli obiettivi desiderati dal Cliente.

Di fatto, spesso e volentieri, il Cliente cerca di avere una unica fornitura e si indirizza quindi verso una proposta che coinvolge il soggetto proprietario o licenziatario del software, con conseguenze negative sul progetto qualora questi non sia in grado di sostenere efficacemente il Cliente nella fase di avviamento del software.

Un altro elemento che ostacola la "digestione" del sistema informativo appena acquistato è la matrice di processi che detto sistema incorpora. Una sorta di "ideologia" che può essere più o meno flessibile, ma che il Cliente per utilizzare adeguatamente il software deve conoscere e condividere o se possibile emendare.

Il fornitore del software non necessariamente ne è anche il produttore, e quindi occorrerà verificare la sua capacità di penetrare nei meandri "ideologici", nei "postulati" che il sistema sottintende.

Il risultato finale del progetto sarà fortemente condizionato dalla capacità di diffondere la "cultura" incorporata nel sistema informativo di manutenzione e/o dalla capacità di adattarla alla "cultura" maturata dal Cliente nel corso degli anni.

Esauriti questi preliminari il progetto entra nella fase di attuazione.

Nelle fasi iniziali di avviamento si affrontano alternative e decisioni che avranno poi un peso importante nel determinare il successo o l'insuccesso del progetto.

In alcuni casi la configurazione iniziale del sistema si traduce in una serie interminabile di attività lunghe e tediose che spesso non sono nemmeno portate a termine per intero, in altri invece la configurazione è snella e veloce e permette di mettere rapidamente in ordine di marcia il sistema informativo.

Nell'un caso e nell'altro è necessario che ci sia un forte controllo da parte dell'ingegneria di manutenzione o di chi ne fa le veci, in modo che la configurazione del sistema rispecchi l'utilizzo che si deve fare del sistema informativo e rappresenti adeguatamente la realtà aziendale.

Si incontrano in questa fase i primi ostacoli derivanti dal fatto che per quanto si siano valutate le referenze e le caratteristiche del sistema adottato, nel momento in cui si concretizza l'utilizzo emergono vincoli, rigidità, incomprensioni, carenze che non erano state in precedenza né osservate né valutate.

La risposta a questi primi ostacoli è fondamentale per il seguito del progetto e coinvolge sia un ripensamento dei processi e dei metodi seguiti fino a quel momento dal Cliente, sia adeguamenti da operare nel software per adattarlo alle, ora più manifeste, esigenze.

A distanza di anni, il recupero di una situazione che nel tempo si è compromessa, parte proprio da qui, ossia dalla configurazione iniziale (parametri generali, strutture, risorse, piano di manutenzione, per fare un esempio).

Il miglioramento dell'efficacia

La correzione della configurazione iniziale, crea una soluzione di continuità che può essere sfruttata per rendere più efficace il sistema, riducendo le perdite di tempo e gli sprechi in genere, con il conseguente recupero di efficienza nel personale che lo utilizza.

È il momento di chiedersi se le azioni o le procedure previste a suo tempo e considerate indispensabili lo sono davvero e se l'esperienza ne ha convalidato l'utilizzo.

Valutando con uno sguardo attento e critico le azioni svolte quotidianamente dal personale che utilizza il sistema informativo, inevitabilmente si osserveranno parecchie incongruenze.

La insufficiente comprensione della matrice "ideologica" incorporata nel software porta a meccanizzare il più possibile le azioni ripetitive senza porre attenzione alle motivazioni per cui sono svolte e ai risultati che queste azioni ci devono restituire.

I tecnici quando progettano i sistemi organizzativi sono in genere un po' troppo minuziosi e tendono quindi a strutturare, schematizzare, gerarchizzare, molto più del necessario, condendo il tutto con un congruo numero di autorizzazioni, copie, firme, ritorni, che in definitiva portano a svolgere molte azioni, alla luce dell'esperienza, del tutto inutili.

Non è solo un problema di "workflow", è che le aziende sono in continua evoluzione e, dalla mia esperienza personale, vedo che il personale indiretto è costantemente in diminuzione, sostituito da una maggiore delega assegnata al personale operativo.

Difficilmente qualcosa che era nato, se possibile, più arzigogolato del necessario, resiste all'usura del tempo.

Se la configurazione iniziale è stata correttamente dimensionata, ricercare le coerenze fra questa e le attuali esigenze della gestione permette di eliminare numerose attività inutili recuperando così tempo prezioso.

La riduzione della massa di dati quotidianamente inseriti non fa risparmiare solo del tempo. Minori informazioni presenti nel sistema informativo significano maggiore visibilità delle informazioni rimaste che unitamente al tempo risparmiato contribuiscono a focalizzare maggiormente l'operatore sulle derive.

Questo è un primo passo per cominciare a vedere il sistema informativo non come uno strumento di tortura che costringe quotidianamente a lavorare vicino al computer, ma come uno strumento di lavoro che assiste nell'individuare le cose che non funzionano.

Il miglioramento nella capacità di controllo e previsione.

In manutenzione, diversamente da altri servizi aziendali, tutto cambia continuamente.

Ripetere pedissequamente le medesime azioni abbandonandosi ad una tranquilla routine non è l'atteggiamento giusto.

Un lavoro costoso (ad esempio un intervento di revisione e riparazione) poteva essere fatto con maggiore economia e in minor tempo, una ispezione che ripeto ogni tre mesi può essere eseguita ogni sei mesi (oppure mensilmente), un materiale che avevo sempre lasciato a scorta ora può essere acquistato al momento del bisogno, una altro materiale che non avevo mai considerato ora va tenuto a scorta, un impianto che aveva in media 50 guasti/mese oggi ne ha dieci, un altro impianto che aveva 30 guasti/mese oggi ne ha cento, la segnalazione di una anomalia mi suggerisce di fare un intervento…

Sono tanti gli esempi di quanto io possa modificare il mio comportamento migliorando il risultato complessivo, prestando attenzione ai fatti che quotidianamente sono registrati nel sistema informativo.

Purtroppo l'attenzione per i feed-back che ci offre il software di manutenzione è sempre minore del necessario con la conseguenza che raramente il sistema informativo in sé diviene uno strumento di miglioramento.

Lo stesso miglioramento continuo viene più spesso dall'esperienza quotidiana del manutentore (e non solo), da valutazioni qualitative, piuttosto che da un'analisi quantitativa di fatti che, viceversa, non sarebbero di nessuna rilevanza.

Il grande miglioramento nella qualità avvenuto negli ultimi venti anni è dovuto soprattutto alla capacità anche a livello operaio di manipolare statistiche e informazioni tecniche con strumenti di analisi quantitativa: l'apprendimento del "metodo scientifico" da parte degli operai addetti alle macchine, per usare una frase di Alberto Galgano, e l'applicazione del metodo alle azioni quotidiane.

Il miglioramento delle capacità di previsione, l'assumere un atteggiamento "proattivo" è certamente un elemento di cambiamento importante nell'impiego del sistema informativo.

Anche il controllo, sebbene si basi su fatti consuntivi, e quindi già accaduti, ha la sua importanza.

Quanti ad esempio, fanno un monitoraggio delle politiche manutentive finalizzato ad un effettivo cambiamento del mix e quindi al raggiungimento di maggiori economie?

Sovente le politiche sono esaminate solo in relazione alle previsioni di budget (quando c'è) e per
capire quanto degli obiettivi previsti sia stato realizzato. Un po' per fare contento il proprio capo (tutti hanno un capo, anche l'amministratore delegato).

In queste considerazioni c'è il trapasso dalla manutenzione alla ingegneria della manutenzione, dalla gestione alla progettazione della manutenzione.

Il sistema informativo può essere il principale attivatore di questi processi migliorativi, o anche un alibi per non cambiare nulla.

La strada del cambiamento: come integrare nuove funzioni al sistema informativo di manutenzione: i sistemi informativi "intelligenti"

Se non vi sembra sufficiente cambiare la configurazione iniziale e i criteri di impiego del sistema informativo che avete, allora non resta che una soluzione: sostituirlo con un nuovo sistema informativo specificatamente concepito per un approccio "proattivo".

Il primo aspetto di questi nuovi sistemi è la elevata affinità con il modo di lavorare dell'utente e la semplicità con la quale realizzano processi anche complessi.

La loro qualità peculiare, però, è legata alla proattività.

Il manutentore sonnacchioso, ignaro dei fatti che pure meticolosamente ogni giorno ha inserito nel database del sistema informativo, viene ridestato da quest'ultimo che si incarica di analizzare in modo intelligente le informazioni contenute nel database, proponendo, e quindi anticipando, all'utente una serie di "varianze" che, ad un primo esame, possono apparire quantomeno sospette.

Ovvio che la decisione nel merito spetta ancora all'uomo, che traduce i fatti simbolici rappresentati dai dati in azioni mirate a ristabilire equilibri che purtroppo sono andati perduti.

Il suggerimento è invece dedotto da una analisi che periodicamente il sistema informativo compie sui dati allorché una determinata combinazione di essi scatena una deriva.

Un esempio: mantenere in buono stato di conservazione il piano di manutenzione, richiede pazienza e costanza, ed una buona conoscenza dei meccanismi che esso sottende. La questione non è così semplice tanto è vero che capita frequentemente di osservare piani di manutenzione un po' datati che dal giorno della loro prima formulazione non sono mai stati aggiornati ed emendati.

Il risultati possibili sono due: o il manutentore si adegua sulla base dell'esperienza e allora le azioni che svolge non sono più coerenti con il piano di manutenzione, o il piano di manutenzione è correttamente applicato e conseguentemente molte azioni svolte dal manutentore non sono più coerenti con la realtà impiantistica.

Più raramente invece si osserva un piano di manutenzione da almeno un decennio in esercizio, costantemente aggiornato e coerente con le esigenze derivanti dal comportamento delle macchine.

I sistemi informativi intelligenti consentono in entrambi i casi citati il raggiungimento di un buon livello di efficacia, che in manutenzione si traduce sempre in un utilizzo più efficiente delle risorse impegnate negli interventi.

Il manutentore distratto, riesce in questo modo ad ottenere dal sistema informativo benefici similari a quelli ottenuti dal manutentore attento e formato.

Così, il sistema informativo assume un ruolo attivo nel migliorare le competenze del "sistema manutenzione".

"Quella che ci aspetta è l'era del computing proattivo: grazie all'interconnessione globale i computer potranno anticipare le nostre necessità e prendere iniziative a nostro vantaggio.

L'Intel Developer Forum ha ospitato il 27 agosto [2002] una conferenza a cura del direttore della ricerca di Intel, David Tennenhouse, tenutasi all'auditorio civico di San Jose. Per una volta, non si è parlato di microprocessori o di altri prodotti e tecnologie commerciali di Intel, ma dei progressi che il computing potrà portare nelle nostre vite grazie allo sforzo collettivo di ricerca e sviluppo e al contributo che Intel fornisce attraverso l'attività interna e tramite i suoi laboratori di ricerca dislocati presso varie università americane."

(Università di Siena, http://www.unisi.it/did/facolta/lettere-arezzo/infofil/computing.htm).

Le differenze non si limitano a questo.

In pratica ogni informazione contenuta nel sistema collabora a definire un complesso di controlli, e allo stesso tempo ogni informazione contenuta nel sistema è tenuta sotto osservazione da uno o più indicatori che permettono di individuarne eventuali derive.

Il database del sistema informativo non è più quindi il luogo dove andare a pescare le informazioni di base che servono per alimentare le procedure OLAP (On Line Analytical Processing), ma contiene al suo interno i meccanismi che oltre a determinarne lo stato permettono anche di esercitarne il controllo.

La cosiddetta "business intelligence" diventa così un processo all'interno del sistema informativo di manutenzione.

Un ulteriore elemento qualificante è la personalizzazione.

Un sistema informativo generico e standardizzato, come ci insegna Michael Porter3, è scarsamente flessibile al punto che può pregiudicare il risultato (la capacità competitiva) che vogliamo ottenere con la sua applicazione.

Quante volte ci è capitato di osservare come l'eccessivo "dogmatismo" di certi sistemi informativi, ostacolasse seriamente il lavoro dell'utente, al punto da ritenere la "perfezione" modellata nel sistema un obiettivo da raggiungere, magari trascurando pratiche operativa efficaci anche se un po' "eretiche".

Un sistema "intelligente", deve essere quindi in grado di rappresentare al meglio i processi manutentivi per come sono interpretati e vissuti dal Cliente. Ogni azienda ha le proprie peculiarità, ogni installazione quindi, deve poter essere adeguata a dette peculiarità per ottenere risultati eccellenti.

Da: Michael E. Porter, "Strategy and the Internet", Harvard Business Review, Marzo 2001.:

"Indeed, IT worked against strategy in the past. Packaged software applications were hard to customize, and companies were often forced to change the way they conducted activities in order to conform to the "best practices" embedded in the software. It was also extremely difficult to connect discrete applications to one another. Enterprise resource planning (ERP) systems linked activities, but again companies were forced to adapt their ways of doing things to the software." …

… "Internet architecture, together with other improvements in software architecture and development tools, has turned IT into a far more powerful tool for strategy. It is much easier to customize packaged Internet applications to a company's unique strategic positioning." …

… "By providing a common IT delivery platform across the value chain, Internet architecture and standards also make it possible to build truly integrated and customized systems that reinforce the fit among activities.

To gain these advantages, however, companies need to stop their rush to adopt generic, "out of the box" (standard) packaged applications." ...

"Although it remains more difficult to customize packaged applications, the very difficulty of the task contributes to the sustainability of the resulting competitive advantage." ...

Lo sviluppo "sostenibile"

I sistemi informativi "intelligenti" sono anche coerenti con le tesi del cosiddetto sviluppo "sostenibile".

L'approccio proattivo è fondamentale perché sia possibile mantenere un controllo sul "sistema manutenzione", che è in continua evoluzione, per questo non è sufficiente che il sistema informativo interagisca passivamente con l'utente.

Chi si occupa di sviluppo "sostenibile", un argomento che va molto di moda in questi tempi, sostiene che solo cambiando alle radici ("genotipicamente") una organizzazione, questa può trasformarsi in una organizzazione che sa adattarsi all'ambiente circostante.

E il sistema informativo rappresenta il sistema "nervoso" digitale di questa organizzazione.

Argomenti non molto diversi da quelli sostenuti da Tom Peters (uno dei massimi esperti di organizzazione), quando ci invita a "distruggere per ricostruire"5, o da Michael Hammer un anno prima.

Un contributo da Sustainable Systems International:

"...La necessità da parte delle organizzazioni umane di adattarsi proattivamente all'ambiente circostante in continua mutazione, per poter mantenere un ruolo di guida e di competizione, è universalmente riconosciuto.

Parimenti riconosciuto è il ruolo giocato da parte delle strutture organizzative nel successo o nel fallimento di ogni iniziative. Comunque, ciò che è tuttora assai poco riconosciuto e ancor meno compreso sono gli strumenti per raggiungere tale adattamento proattivo.

Pochissimi tra i responsabili delle trasformazioni organizzative conoscono di una "struttura organizzativa alternativa genotipica".

La maggior parte dei responsabili incaricati di modificare la struttura dell'organizzazione si limitano semplicemente a modificare in realtà il fenotipo organizzativo, lasciando intatto il genotipo, nell'illusione che con riunioni di lavoro intorno a "leadership", "empowerment", "vision" e "communication" si potranno ottenere i risultati desiderati.

In realtà, a meno che la struttura burocratica dell'organizzazione non venga sostituita da una nuova struttura fondamentalmente e genotipicamente differente, nessun adattamento proattivo sarà mai possibile..."

Da David Tennenhouse, Direttore Ricerca di Intel, Intel DeveloperForum (27 Agosto 2002):

"Mentre agli inizi i calcolatori erano grosse entità distaccate, senza contatto diretto con gli utenti, gli ultimi decenni hanno visto gli esseri umani sempre più al centro della scena, con un numero crescente di computer a disposizione. Quest'anno i computer venduti saranno circa 200 milioni, ma questo numero sale a circa 8,5 miliardi se consideriamo tutti i chip embedded, che - secondo Tennenhouse - non vedono l'ora di essere messi in rete e di scambiare informazioni tra di loro. In un mondo dove gli utenti hanno a disposizione server, Pc, notebook, Pda e altro in quantità, non basta più il computing interattivo di oggi, dove i computer aspettano noi e noi aspettiamo i computer; quella che ci aspetta è l'era del computing proattivo"...

cfr. Tom Peters, The Circle of Innovation, Vintage Book, Random House Inc. New York 1997, capitolo 2, "Destruction is cool!", p.35 e segg.

cfr, Michael Hammer, "Oltre il Reengineering", Baldini & Castoldi, Milano 1998 (ediz. orig. Beyond Reengineering: How the Process-Centered Organization is Changing Our Work and Our Lives, Harper Collins, New York 1996), Capitolo 11,

"L'azienda: una nuova gerico", p. 198 e segg.

Le nuove tecnologie

La progressiva adozione delle tecnologie oggi emergenti, permetterà di realizzare sistemi informativi di manutenzione più vicini ai reali bisogni degli utilizzatori.

Il sistema informativo è un importante attivatore dei processi aziendali.

L'apporto delle "nuove tecnologie" (informatica e telecomunicazioni) semplificherà la realizzazione di sistemi informativi "intelligenti" è sarà quindi essenziale per ottenere i risultati che abbiamo delineato.

Le nuove tecnologie semplificano la comunicazione fra aziende diverse distribuite nel territorio permettendo lo svolgimento di transazioni sicure che utilizzano come canale trasmissivo la rete pubblica (Internet) alla quale ormai tutti sono collegati.

Si aprono nuovi orizzonti nella realizzazione di sistemi: indipendentemente da dove sono localizzate le "basi dati", tutti gli attori del processo manutentivo possono "accedere" ad esse ed attingere alle informazioni che a loro competono.

Web Service e ASP (Application Service Provider)

Un apporto rilevante per sostenere queste potenzialità è dato dai Web Service.

La tecnologia legata ai Web Service, sostituirà progressivamente, nei prossimi tre - cinque anni, l'attuale tecnologia utilizzata dai cosiddetti ASP (Application Service Provider) i quali subiranno pertanto radicali cambiamenti.

L'interfaccia utente oggi utilizzata dagli ASP è il browser (o visualizzatore) internet, uno strumento molto efficace per percorrere documenti ipertestuali, ma assolutamente inadatto a sostenere transazioni che si basano sui dati7.

Da Bill Gates (http://www.microsoft.com/italy/net/overview/introduzione/dotnetbg.asp):

…"Come sarà il futuro di Internet? Molti immaginano un "mondo online" in cui miriadi di PC, server, dispositivi intelligenti e servizi Internet interagiscono senza problemi. Le aziende saranno in grado di condividere dati, integrare processi e collaborare per offrire ai propri clienti soluzioni personalizzate e complete. Le informazioni saranno disponibili in qualsiasi luogo e su qualunque dispositivo, piattaforma o applicazione.

Una visione di questo tipo precorre i tempi. Sotto diversi aspetti, Internet ha attualmente una struttura molto simile ai vecchi mainframe. È un modello di elaborazione incentrato sui server, in cui il browser ha il ruolo di un semplice terminale. Gran parte delle informazioni utili si trova in database centralizzati e viene fornita una pagina alla volta ai singoli utenti. Le pagine Web inoltre presentano solo un'immagine dei dati, non i dati stessi, obbligando molti sviluppatori a copiare le informazioni visualizzate per acquisire i dati necessari. L'integrazione delle informazioni sottostanti con i sistemi aziendali esistenti, infine, è un'operazione costosa e frustrante.

Questa difficoltà di integrazione è aumentata dal fatto che gli odierni siti Web e le attuali applicazioni costituiscono insiemi di funzionalità e dati isolati. Occorre spostarsi manualmente tra siti Web, periferiche e applicazioni, effettuando differenti accessi e non potendo, in genere, trasferire i dati ottenuti. È necessario tenere sempre traccia dell'applicazione, della periferica o del sito Web che offre un particolare tipo di accesso a un determinato insieme di dati. Le operazioni che dovrebbero risultare più semplici, come l'organizzazione di una riunione con i colleghi di un'altra azienda e l'aggiornamento automatico del calendario dei partecipanti, diventano un incubo. La produttività, inevitabilmente, non può che risentirne.

La soluzione di questi problemi è l'obiettivo principale per le applicazioni e i servizi Internet della prossima generazione. Al centro della soluzione c'è il linguaggio XML (eXtensible Markup Language), uno standard definito dal World Wide Web Consortium che consente agli sviluppatori di descrivere i dati da scambiare tra PC, dispositivi, applicazioni e siti Web.

Consentendo di separare i dati sottostanti dalla relativa visualizzazione, in XML i dati risultano "sbloccati" e possono essere organizzati, programmati, modificati e scambiati senza problemi tra siti Web, applicazioni e periferiche. XML è la "lingua franca" dell'era di Internet. Come il Web ha rivoluzionato l'interazione tra utente e applicazione, così XML trasformerà l'interazione tra le applicazioni." …Il browser è molto più utile per il produttore di software che per l'utente. Il primo, infatti, può facilmente proporre il sistema informativo anche su piattaforme diverse dal personal computer, senza fare significativi investimenti, poiché l'interfaccia basata sul browser è disponibile in numerosi diversi ambienti.

L'utente però si trova ad interagire con uno strumento che è assolutamente inadatto a supportare transazioni "time consuming", come l'inserimento degli ordini o delle fatture, o l'inserimento degli interventi e dei consuntivi ad essi correlati. Funziona meglio invece per la visualizzazione di report.

Circostanza alquanto limitativa per un sistema informativo di "eccellenza".

I servizi ASP sono inadeguati all'implementazione di un sistema informativo complesso, che richiede una forte interazione con l'utente. Non si tratta di automatizzare la spedizione di fax o la conversione vocale di informazioni digitalizzate (per fare un esempio di servizi ASP meno problematici).

I servizi ASP basati sui browser, come li conosciamo oggi, saranno quindi rapidamente "pensionati" ed al loro posto troveremo applicazioni Windows che saranno in grado di sfruttare anche l'infrastruttura di internet per andare a recuperare i dati dovunque essi risiedano.

Sostiene David S. Platt, uno dei più attenti osservatori americani del mondo COM: "L'attuale struttura di internet è progettata per generare pagine che gli esseri umani possano leggere, non per fornire dati che le applicazioni Client possano elaborare.".

Come non dargli ragione.

Sempre David Platt afferma: "La situazione attuale con la possibilità di accedere a internet attraverso un browser generico, è simile a quella dei primi del novecento, quando ha cominciato a diffondersi l'elettricità nelle case degli americani. I motori elettrici non venivano costruiti solitamente per applicazioni domestiche… La Sears vendeva un motore elettrico separato (a 8.75$) da collegare a diversi apparecchi, come la macchina da cucire, il frullatore o il ventilatore… gli elettrodomestici moderni sono facili da utilizzare in quanto i oro motori e la loro infrastruttura sono ottimizzati per ogni compito specifico… Lo stesso tipo di terremoto sta ora cominciando con la programmazione per internet. Proprio come i motori che sono stati inseriti all'interno

degli elettrodomestici, così l'accesso a Internet sarà presto presente all'interno di ogni nuovo programma. Non utilizzeremo più un browser generico, a meno che non vogliate navigare in modo generico. Al contrario vi saranno programmi dedicati e ottimizzati per assolvere a compiti specifici. ... Un primo esempio di questi programmi è Napster, che consente di ricercare sugli hard disk di migliaia di utenti i file musicali che corrispondono a criteri specifici ..."

L'architettura dei web service risponde perfettamente a questo scopo: far interagire una applicazione Windows con un database remoto utilizzando come supporto trasmissivo la rete Internet.

In questo modo si compendiano i vantaggi di entrambe le soluzioni: l'applicazione windows offre all'utente un'interfaccia semplice e ricca che consente di "navigare" fra i dati ed interagire come se la

Vedi David S. Platt – "Introduzione a Microsoft.NET" – Ed. Mondatori Informatica, Milano, Prima Edizione Luglio 2001, p.135 e segg.: " Il modello di interazione con l'utente descritto nei capitoli precedenti, non è mai cambiato da quando al CERN di Ginevra hanno creato il Web per consentire la navigazione fra noiosi report di fisica. Una persona (o in un famoso cartone animato, un cane) utilizza un generico programma di navigazione per richiedere una pagina ad un server che decodifica la richiesta e rispedisce indietro la pagina in questione. Il browser a questo punto la interpreta in modo da renderla comprensibile alla persona la quale, a propria volta, tenta di stare sveglio abbastanza a lungo per poterla leggere. La vastità dei contenuti (risultati sportivi, pornografia, video musicali di Weird Al Yankovic) ha decisamente risolto il problema della noia, ma il consumatore finale dei dati resta pur sempre un essere umano e non un programma.

La cosa meravigliosa di Internet, comunque, è di essere praticamente ubiquo. Ogni periferica intelligente sul pianeta è connessa o lo sarà molto presto. Gli utenti godrebbero di enormi benefici se i server Web potessero fornire dati ai programmi in esecuzione su tali periferiche, così come fanno con le pagine mostrate agli utenti..." base dati fosse locale, internet offre la possibilità di connettersi ad un numero praticamente infinito di server andando a prendere i dati laddove sono originati. La chiave di questa connessione "universale" è il protocollo XML che, basato su HTTP, permette di scavalcare agevolmente le protezioni e i firewall, sempre più presenti nelle infrastrutture di rete.

Indirizzi IP v6

Al momento attuale, il proliferare degli indirizzi IP è limitato dalla dimensione dell'indirizzo stesso (32 bit), e quando solo pochi anni fa si pensava che fossero praticamente illimitati, non si considerava che oggi e nell'immediato futuro, noi vorremmo assegnare un indirizzo IP ad ogni macchina, dispositivo, apparecchiatura, con l'obiettivo di poter comunicare con esso.

Questa esigenza è particolarmente sentita in manutenzione: poiché, ad esempio, oggi i segnali provenienti dai sensori necessari per una valutazione dello stato delle apparecchiature (manutenzione su condizione) e/o opportunamente campionati e raggruppati necessari per estrapolare la durata residua del bene (manutenzione predittiva), sono canalizzati impiegando infrastrutture dedicate e tipicamente
"locali" realizzabili a costi ancora molto elevati, sebbene inferiori a quelli dello scorso decennio. inoltre riesce difficile, se non impiegando ulteriori infrastrutture realizzate "ad hoc" e quindi costose, inoltrare detti segnali su reti geografiche (ad esempio su Internet) per farli rimbalzare da una parte all'altra del globo.

Lo stesso discorso vale per i segnali di comando degli attuatori, ossia quelli che sarebbe necessario restituire ai dispositivi di cui sopra se si desiderasse far fare loro determinate azioni.

Utilizzando invece i nuovi indirizzi IP v6 (a 128 Bit) si potranno collegare fra loro miliardi e miliardi di host, pertanto, ogni impianto, ogni macchina, ogni dispositivo potrebbe contenere all'interno un piccolo accesso web, che gli permetterebbe di ricevere e trasmettere informazioni con qualsiasi altro.

"L'ingresso nell'era proattiva può essere molto rapido e consiste di tre fasi. La prima è la fase fisica, ovvero connettere tutti i computer al mondo fisico in modo da fornirgli l'I/O necessario; la seconda è farli funzionare in tempo reale o addirittura in anticipo, così da prevedere le nostre necessità; la terza fase è l'uscita, ovvero fare uscire i computer dai loro ambiti tradizionali (come ufficio, approvvigionamento, e-business) e portarli in tutti i nuovi spazi dove sia utile la loro presenza, come le home network, i sensori biologici, le reti di sorveglianza sismica, la prevenzione degli incendi, il monitoraggio di aree per prevenire incendi o ritrovare persone smarrite; l'elenco è senza fine.

Fase uno: Il collegamento in rete dei computer embedded, di cui sono pieni autoveicoli, elettrodomestici, cellulari ecc. espanderebbe Internet di due ordini di grandezza, ma libererebbe il computing dagli attuali limiti fisici. Questa è un'attività già in corso, con l'aiuto di tecnologie come il networking senza fili 802.11 e l'Universal Plug and Play, che permette la connessione automatica di dispositivi in rete senza installare driver e senza riavvio. Un'altra tecnologia in corso di sviluppo prevede la migrazione di un'applicazione in esecuzione a fronte dello spostamento dell'utente. Grazie alla proliferazione delle Cpu e dei dispositivi di storage, tutti interconnessi, Internet diventerà un database globale di dati vivi, interpretabili in tempo reale attraverso strumenti statistici sempre più sofisticati, capaci di esprimere previsioni. Miliardi di utenti, ciascuno con mi-

lioni di agenti software che negoziano con altri sulla rete, sono lo scenario futuro di come il computing assisterà in modo intelligente e attivo le attività umane.

Per mostrare un esempio concreto di formazione dinamica delle reti, Culler, professore a Berkeley e direttore del laboratorio Intel ivi dislocato, ha fornito due dimostrazioni avvincenti. Nella prima una decina di studenti ha attivato un dispositivo grande quanto un francobollo e dotato di computer, sensori e networking radio. Man mano che i dispostivi venivano attivati, si connettevano tra di loro in rete e trasmettevano informazioni sulla luce ambientale e sullo stato di carica della batteria, che venivano visualizzate su uno schermo. La rete si adattava dinamicamente alle accensioni e spegnimenti dei dispositivi con allocazione automatica dei loro indirizzi.

Spegnendo le luci in sala o accendendole in punti particolari, lo schermo mostrava la mappa dell'illuminazione ambientale fornita dai sensori, che naturalmente sono applicabili a qualunque campo misurabile. La seconda dimostrazione è stata ancora più d'effetto. A 800 dei presenti è stato chiesto di recuperare un dispositivo grosso quanto una monetina nascosto sotto la loro sedia e di attivarlo. Anche in questo caso si è subito creata dinamicamente una rete di nodi che si attivavano all'istante ed erano in collegamento radio tra di loro. Finita la dimostrazione, i dispositivi sono stati regalati ai presenti dopo essere stati riprogrammati via radio come Furbies, che lampeggiano quando c'è un loro simile nelle vicinanze.
A questo punto la nostra applicazione Windows potrebbe con efficacia ricevere, campionare, manipolare qualsiasi informazione proveniente dal mondo delle macchine ed agire di conseguenza, senza che per questo siano fatti particolari investimenti di hardware o nel software.

Il Framework .NET

L'approfondimento rispetto a queste tecnologie esula dagli scopi del nostro documento. È importante sottolineare però come i recenti sviluppi dell'informatica, con la presentazione da parte di Microsoft del Framework.NET, avvenuta agli inizi di gennaio 2002, consentiranno una forte semplificazione nella realizzazione di sistemi, e l'utente potrà interagire con interfacce sofisticate a lui orientate, utilizzando normali stazioni di lavoro Windows, Web Service e opportuni software applicativi.

Tutto questo avverrà con un minimo dispendio di energie, con tempestività, con qualità e completezza dell'informazione, portando un netto miglioramento nelle spese di gestione.

Tra le nuove applicazioni per il computing, interconnesso in tempo reale e portato ovunque possa servire, Tennenhouse ha citato le reti wireless domestiche degli utenti a banda larga, i sensori per eseguire diagnosi mediche senza spostarsi da casa, i sensori indossabili (per diabetici e altri casi che richiedano monitoraggio), le case intelligenti che in zone sismiche comunicano ai vigili del fuoco le loro condizioni in caso di terremoto, il controllo degli incendi rurali attraverso sciami di dispositivi gettati da elicotteri, che si collegano in rete e trasmettono una mappa termica del territorio, reti di sensori acustici gettati su aree dove si è smarrito un bambino e capaci di trasmetterne i passi, la futura rete Neptune di nodi posti sul fondo dell'oceano per sorveglianza sismica con migliaia di rilevatori, un sistema per il monitoraggio dettagliato degli esperimenti scientifici che tra l'altro elimina le ore di data entry tradizionalmente a carico dei ricercatori."…

(Università di Siena, http://www.unisi.it/did/facolta/lettere-arezzo/infofil/computing.htm)

Conclusioni

I sistemi informativi di manutenzione sono molto diffusi fra le aziende, ma una parte considerevole di esse non trae dal loro impiego sostanziali benefici, eccetto la mera automazione dei processi aziendali.

Oggi è invece necessario che il sistema informativo anticipi le derive e focalizzi l'attenzione del manutentore sulle cose che non funzionano, ossia deve assumere un orientamento proattivo.

Tale obiettivo può essere raggiunto migliorando i sistemi esistenti o sostituendoli con sistemi nuovi, concepiti secondo questi criteri.

Il miglioramento si ottiene innanzitutto ridefinendo la configurazione iniziale ed armonizzando i processi del sistema informativo con la realtà aziendale e, in seguito, prestando maggiore attenzione ai feed-back offerti dal sistema orientandoli alla anticipazione delle derive.

La sostituzione del sistema comporta l'acquisizione di uno strumento specificatamente concepito per un approccio "proattivo". Questa soluzione sebbene più radicale porta ad un più rapido raggiungimento dei nostri obiettivi.

Le "nuove tecnologie" semplificano la realizzazione di sistemi informativi "intelligenti", il loro apporto sarà quindi sempre più importante.

L'applicazione di queste innovazioni favorirà il diffondersi di una cultura manutentiva maggiormente orientata al progetto e ad una gestione consapevole.

***La manutenzione e l’evoluzione normativa in tema di sicurezza sui luoghi di lavoro ex DLgs 626/94*. (Ing. Luigi Matarazzo)**

Tutti i luoghi di lavoro sono soggetti, nell’arco di vita utile della azienda o ufficio, alla necessità di effettuare interventi manutentivi, che possono essere di diversa entità. Le manutenzioni, operazioni molto variabili nella loro stessa natura a seconda dell’involucro edilizio che confina l’attività o delle attrezzature, impianti, componenti, macchine, ecc., variano anche di molto a seconda della loro intrinseca consistenza e importanza. Esse, cioè, sono caratterizzate da un ventaglio assai ampio di prestazioni, siano esse “minute” o straordinarie, riguardanti parti o componenti anche rilevanti, ovvero a “guasto” o programmate.

Nascono inevitabili interferenze con il contesto lavorativo da parte delle procedure esecutive degli interventi suddetti a causa del reciproco rapporto che inevitabilmente si crea; a ciò aggiungasi l’ulteriore fattore di rischio generato dalla eventuale presenza di più soggetti operanti contemporaneamente, appartenenti a strutture esterne diverse (più imprese, artigiani, fornitori, ecc.).

Bisogna, a questo punto, riportare in sintesi alcuni concetti fondamentali. In via generale in Dottrina della sicurezza occorre valutare tutti i fattori di rischio che possano interessare i soggetti presenti in una azienda e stimare l’indice di rischio proprio delle interfacce uomo/ambiente/attrezzature/processi. Poiché, come è noto dai principi dottrinari, il rischio dell’accadimento dell’evento infortunistico non è una entità deterministica, ma probabilistica, dipendendo dalla combinazione di una catena di eventi che partono dalla presenza di una “sorgente di pericolo” fino al verificarsi in maniera più o meno probabile dell’evento stesso, occorre procedere alla stima di un apposito indice di rischio, manifestazione di una attente valutazione di tutti i fattori presenti.

Per legare l’indice di rischio ai fattori cogenti si adotta comunemente la formula:

$R = PxM$

in cui:

1. R è l’indice di rischio
2. P è la probabilità che si verifichi il compimento della catena di eventi
3. M è la “magnitudo” ovvero l’entità o gravità delle conseguenze fisiche sui soggetti coinvolti.

Tanto per sgomberare il campo a possibili commistioni con altre discipline, nell’ambito trattato si fa riferimento a conseguenze per le sole persone fisiche, non a beni materiali.

A seconda della gradazione dei fattori M e P l’indice R assumerà valori conseguenti.

In uso corrente sono scale di valutazione da 1 a 3, 4 o 5 per entrambi i fattori suddetti; nel primo caso assoceremo, ad esempio,

ai fattori M e P i valori:

a) 1 per entità lieve o improbabile rispettivamente
b) 2 per entità media
c) 3 per entità elevata.

Detti valori gradueranno la variazione di R da 1 a 9.

Generalmente, salvo casi specifici normati o valutati come in ogni caso inammissibili, si ammette come soglia di tollerabilità il valore 2. Nel caso di non ammissibilità dell’indice, occorre procedere in via prioritaria alla “eliminazione” – ove possibile- della fonte di pericolo ovvero alla “riduzione” del rischio mediante appropriate misure protettive o preventive. Per altre scale, ovviamente, l’indice varierà di conseguenza.

I rischi, inoltre, possono essere generati da fonti insite nell’ambiente fisico dell’azienda (Rischi Strutturali), da attrezzature, sostanze, manufatti, ecc., presenti (Rischi Specifici), da interferenze organizzative legate agli stessi processi produttivi di beni e servizi dell’azienda (Rischi Organizzativi).

Ciò premesso in dottrina si devono valutare per **tutti** i soggetti che interagiscono con l’azienda i rischi indotti, siano i soggetti stessi interni (dipendenti) o esterni (fornitori, utenti, visitatori occasionali, collaboratori, ecc.). In definitiva si costruiranno matrici con valutazioni di merito degli indici (R) e delle misure di sicurezza adottate (MS).

RISCHI	**Dipendenti**	**Fornitori**	**Utenti**	**Visitatori**
Strutturali	$R/MS_{1,1}$	$R/MS_{1,2}$	$R/ms_{1,3}$	$R/MS_{1,4}$
Specifici	$R/MS_{2,1}$	$R/MS_{2,2}$	$R/MS_{2,3}$	$R/MS_{2,4}$

Organizzativi	R/$MS_{3,1}$	R/$MS_{3,2}$	R/$MS_{3,3}$	R/$MS_{3,4}$

Riprendendo il filo del discorso, quando si debbano eseguire interventi (es. manutenzioni più o meno complesse) nei luoghi di lavoro ed essi siano affidati a soggetti esterni (giuridici o fisici) con contratto d'appalto o d'opera, è necessario riferirsi ai principi contenuti nell'art 7 del D.Lgs 626/94, in cui il Legislatore ne ha opportunamente disciplinato il quadro complessivo.

Nel comma1 dell'art. 7 in argomento sono previsti due principi di ampia portata.

a) E' evidenziata la necessità che il Committente datore di lavoro dell'azienda verifichi la idoneità tecnica e professionale del soggetto affidatario in rapporto alla natura dei lavori affidati; è un importante caposaldo del fare sicurezza, poiché solo Imprese o artigiani qualificati conoscono i procedimenti esecutivi e, quindi, sono in grado di operare in sicurezza, a differenza di coloro che, magari sottopagati, si improvvisano nel campo. La verifica è effettuata *anche (come testualmente riportato)* mediante l'iscrizione alla C.C.I.A.

b) Il Committente fornisce ai soggetti affidatari *dettagliate informazioni* sui rischi specifici esistenti nell'ambiente in cui andranno ad operare, nonché sulle *misure di prevenzione ed emergenza* adottate in relazione alla attività propria dell'azienda. Anche questo adempimento risponde ad una fondata esigenza di sicurezza: poiché il Committente è/deve essere perfettamente conscio di tutti i rischi (strutturali, organizzativi, ecc.) connessi alla attività esercita, nonché alle misure adottate, non vi è dubbio che dovrà fornirne dettagliate informazioni a tutti i soggetti che debbano, per motivi di lavoro e per tempi più o meno lunghi, essere presenti nella sede della attività.

In verità la Finanziaria 2007 (comma 910) ha introdotto, con la modifica del comma 1 dell'art. 7 in questione un concetto – quello della estensione degli obblighi all'intero *ciclo produttivo dell'azienda* – che appare, sia pure chiaro negli intenti di evitare l'abuso di esternalizzazioni delle attività più rischiose, di difficile e discutibile applicazione concreta, anche per la sovrapposizione indubbia di responsabilità e adempimenti. L'argomento, degno di approfondimenti, anche alla luce di future pronunce della magistratura, esula però da queste brevi note illustrative.

Nel comma2 dell'art. 7 in argomento è sancito il ben noto principio dell'operare in sicurezza, consistente nella necessità di praticare la massima circolazione delle informazioni sui rischi che possano incidere sui lavoratori interessati alla esecuzione degli interventi appaltati, nonché nella cooperazione finalizzata alla sicurezza di tutti i soggetti coinvolti nell'appalto. Infatti in detto comma il Legislatore prescrive:

a) che i datori di lavoro delle aziende appaltatrici (ivi compresi ovviamente i lavoratori autonomi) devono cooperare *all'attuazione delle misure di prevenzione e protezione* rapportate a quei rischi che possano incidere sulla attività finalizzata agli interventi appaltati;

b) che i medesimi devono coordinare la attuazione effettiva delle suddette misure, con una proficua azione di informazione reciproca anche finalizzata ad un' altra tipologia di rischi, spesso sottovalutata negli scenari operativi: quella della interferenza tra lavori delle imprese coinvolte nella esecuzione degli interventi appaltati.

Nel conclusivo comma 3, ampiamente modificato rispetto la stesura originaria, sono contenute altre importanti prescrizioni. Il Legislatore sancisce infatti:

a) che il necessario compito di promozione della cooperazione e coordinamento tra i soggetti contemplati nel punto precedente (cfr. comma 2) è di competenza del Committente; alla luce della modifica del comma, intervenuto in virtù della L. 03/08/2007 n. 123, il Committente deve concretamente attuare tale azione elaborando un unico documento di valutazione dei rischi che *indichi le misure adottate per eliminare interferenze rischiose; il documento, ovviamente redatto prima della gara o dell'affidamento, è allegato al contratto d'appalto o d'opera;*

b) tale prerogativa/obbligo non si estende anche ai rischi *specifici* e connessi alla attività propria dei singoli soggetti operanti, compresi i lavoratori autonomi;

c) ferme restando le disposizioni in materia di sicurezza e salute relative ai lavori pubblici, in tutti i contratti di somministrazione, appalto e subappalto devono essere chiaramente indicati i *costi relativi alla*) *sicurezza del lavoro*.

Qualche considerazione operativa appare opportuna, oltre sottolineare la necessità di una puntuale informativa a tutti i soggetti delle procedure di emergenza generali studiate per l'azienda.

Circa il documento di valutazione dei rischi da interferenze, si ritiene indispensabile evidenziare che si tratta di una *valutazione ad hoc, quindi una integrazione al DVR originario, valida per il periodo e le operazioni interferenti.* Si rammenta la necessità che il documento de quo, integrato con la indicazione delle misure di protezione e prevenzione studiate, deve essere allegato a tutti i contratti/ordini di lavoro dei soggetti interferenti.

A titolo di esemplificazione, generalmente, le misure di sicurezza potranno consistere in:

1. segregazione, ove possibile, di locali/aree interessate a lavorazioni ad alto rischio specifico, anche in successione cronologica;
2. differenziazione dei percorsi, soprattutto per non consentire il contatto diretto, ad esempio di fornitori, con aree di lavoro a rischio elevato;
3. realizzazione di coperture provvisorie, anche mobili, per proteggere determinati percorsi obbligati dal rischio di cadute dall'alto;
4. sfalsamento di orario/giornate degli accessi, onde eliminare – se proprio impossibile con altri mezzi – possibilità di interferenze reciproche.

E', poi, fondamentale ricordare che devono essere indicati i *costi della sicurezza.* Se tale stima è, oggi, abbastanza definita e codificata per i *lavori* – generalmente i tariffari indicano la quota sicurezza per tutte le voci di prezzo, nonché riportano i costi degli apprestamenti, ecc., necessari per la esecuzione -, ciò appare ben più difficoltoso sul piano operativo per i *servizi (soprattutto alle persone) e per le forniture.* Occorrerà procedere ad una accorta stima volta per volta e per ciascun soggetto, studiando le quote di incidenza per ciascuno (es. tempo di utilizzo di misure collettive) di quanto previsto nel documento di valutazione complessivo.

Roma, Novembre 2007

GLOSSARIO (Acronimi)

CMMS	Computerized Maintenance Management System
DCS	Distributed Control System
FMEA	Failure Modes & Effects Analysis
FMECA	Failure Models Effect & Criticality Analysis
ILS	Integrated Logistic Support
KPI	Key Performance Indicators
LCC	Life Cycle Cost
LON	Local Operation Network
MSG	Maintenance Steering Group
PLC	Programmable Logic Computer
RAM	Reliability, Avelability, Maintenance
RCM	Reliability Centered Maintenance
SIM	Sistema Informativo di Manutenzione
SIMA	Sistema Informativo di Manutenzione (Aziendale)
TPM	Total Productive Maintenance

Facility Management	Offerta di pluralità di servizi in ambito topograficamente ristretto (Industria, Immobili, ecc.)
Global Service	Offerta di contratto per servizi manutentivi compositi con piena responsabilità dell'assuntore
Condition Monitoring	è basata su un continuo monitoraggio delle condizioni del componente o impianto attraverso dei parametri che permettono di individuare lo stato attuale e la vita residua prima di agire con un intervento manutentivo
Calibration Monitoring	E' una attività della On-line Monitoring; la C.M. consiste nel fare una stima del parametro di processo che si vuole misurare e di calcolarne la deviazione dalla relativa misura; se tale deviazione supera il valore di soglia, lo strumento deve essere tarato (Manut.. 09/04 pagg 30 e segg)

Nota

ISO ed EN sono le sigle rispettivamente di International Standard Organization e European Normalization che rappresentano gli enti normatori a livello mondiale (ISO) ed europeo (EN).

Una norma denominata UNI EN ISO è una norma che è stata redatta a livello mondiale e recepita sia a livello europeo (EN) e nazionale (UNI). Una norma UNI EN invece è una norma redatta a livello europeo e recepita a livello nazionale. Per altre informazioni puoi consultare il sito www.uni.com.

NORME UNI SULLA MANUTENZIONE
(aggiornato al 27/11/2007)

UNI 10144:2006
Classificazione dei servizi di manutenzione

UNI 10145:2007
Definizione dei fattori di valutazione delle imprese fornitrici di servizi di manutenzione

UNI 10146:2007
Criteri per la formulazione di un contratto per la fornitura di servizi finalizzati alla manutenzione

UNI 10147:2003
Manutenzione - Termini aggiuntivi alla UNI EN 13306 e definizioni

UNI 10148:2007
Manutenzione – Gestione di un contratto di manutenzione

UNI 10224:2007
Manutenzione – Processo, sottoprocessi e attività principali - Principi fondamentali

UNI 10366:2007
Manutenzione - Criteri di progettazione della manutenzione

UNI 10388:1994
Manutenzione. Indici di manutenzione.
Questa norma è stata ritirata.

UNI 10449:1995
Manutenzione. Criteri per la formulazione e gestione del permesso di lavoro.

UNI 10584:1997
Manutenzione. Sistema informativo di manutenzione.

UNI 10604:1997
Manutenzione. Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione di immobili.

UNI 10652:1998
Manutenzione - Valutazione e valorizzazione dello stato dei beni.

UNI 10685:2007
Manutenzione - Criteri per la formulazione di un contratto di manutenzione basato sui risultati (global service di manutenzione)

UNI 10749-1:2003
Manutenzione - Guida per la gestione dei materiali per la manutenzione - Aspetti generali e problematiche organizzative

UNI 10749-2:2003
Manutenzione - Guida per la gestione dei materiali per la manutenzione - Criteri di classificazione, codifica e unificazione

UNI 10749-3:2003
Manutenzione - Guida per la gestione dei materiali per la manutenzione - Criteri per la selezione dei materiali da gestire

UNI 10749-4:2003
Manutenzione - Guida per la gestione dei materiali per la manutenzione - Criteri di gestione operativa

UNI 10749-5:2003
Manutenzione - Guida per la gestione dei materiali per la manutenzione - Criteri di acquisizione, controllo e collaudo

UNI 10749-6:2003
Manutenzione - Guida per la gestione dei materiali per la manutenzione - Criteri amministrativi

UNI 10831-1:1999
Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Documentazione ed informazioni di base per il servizio di manutenzione da produrre per i progetti dichiarati eseguibili ed eseguiti - Struttura, contenuti e livelli della documentazione

UNI 10831-2:2001
Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Documentazione ed informazioni di base per il servizio di manutenzione da produrre per i progetti dichiarati eseguibili ed eseguiti - Articolazione dei contenuti della documentazione tecnica e unificazione dei tipi di elaborato

UNI 10874:2000
Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione.

UNI 10951:2001
Sistemi informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari - Linee guida

UNI 10992:2002
Previsione tecnica ed economica delle attività di manutenzione (budget di manutenzione) di aziende produttrici di beni e servizi - Criteri per la definizione, approvazione, gestione e controllo

UNI 11063:2003
Manutenzione - Definizioni di manutenzione ordinaria e straordinaria

UNI 11069:2003
Manutenzione - Indici di manutenzione dei rotabili su gomma in servizio di linea a limitata percorrenza e frequenti fermate

UNI 11082:2003
Manutenzione - Terminologia specifica per il settore del trasporto collettivo

UNI 11126:2004
Telemanutenzione - Criteri per la predisposizione dei beni e per la definizione del servizio collegato

UNI 11134:2005
Manutenzione - Indici di manutenzione per il settore del trasporto collettivo

UNI 11136:2004
Global service per la manutenzione dei patrimoni immobiliari - Linee guida

UNI 11178:2006
Manutenzione - Indici di manutenzione - Guida per l'applicazione della UNI 10388 al settore delle infrastrutture dei trasporti collettivi su ferro

UNI 11257:2007
Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri per la stesura del piano e del programma di manutenzione dei beni edilizi - Linee guida

UNI ISO 10816-1:2007
Vibrazioni meccaniche - Valutazione delle vibrazioni delle macchine mediante misurazioni sulle parti non rotanti - Parte 1: Linee guida generali

UNI ISO 10816-2:2007
Vibrazioni meccaniche - Valutazione delle vibrazioni delle macchine mediante misurazioni sulle parti non rotanti - Parte 2: Grandi gruppi di turbine a vapore e generatori per installazione terrestre con potenza maggiore di 50 MW e velocità di rotazione nominali di 1 500 giri/min, 1 800 giri/min, 3 000 giri/min e 3 600 giri/min

UNI ISO 10816-3:2007
Vibrazioni meccaniche - Valutazione delle vibrazioni delle macchine mediante misurazioni sulle parti non rotanti - Parte 3: Macchine industriali con potenza nominale maggiore di 15 kW e velocità di rotazione nominale compresa tra 120 giri/min e 15 000 giri/min, quando misurate in opera

UNI ISO 10816-4:2007
Vibrazioni meccaniche - Valutazione delle vibrazioni delle macchine mediante misurazioni sulle parti non rotanti - Parte 4: Gruppi turbine a gas esclusi quelli aeroderivati

UNI ISO 10816-5:2007
Vibrazioni meccaniche - Valutazione delle vibrazioni delle macchine mediante misurazioni sulle parti non rotanti - Parte 5: Gruppi macchina in centrali idroelettriche di generazione e di pompaggio

UNI ISO 10816-6:2007
Vibrazioni meccaniche - Valutazione delle vibrazioni delle macchine mediante misurazioni sulle parti non rotanti - Parte 6: Macchine alternative con potenza maggiore di 100 kW

UNI ISO 13373-1:2006
Monitoraggio e diagnostica dello stato delle macchine - Monitoraggio dello stato vibrazionale - Parte 1: Procedure generali

UNI ISO 13373-2:2006
Monitoraggio e diagnostica dello stato delle macchine - Monitoraggio dello stato di vibrazione - Parte 2: Elaborazione, analisi e presentazione

UNI EN 13269:2006
Manutenzione - Linee guida per la preparazione dei contratti di manutenzione

UNI EN 13306:2003
Manutenzione – Terminologia

UNI EN 13460:2003
Manutenzione - Documenti per la manutenzione

UNI EN 15221-1:2007
Facility Management - Parte 1: Termini e definizioni

UNI EN 15221-2:2007
Facility Management - Parte 2: Linee guida per preparare accordi di Facility Management

UNI CEN/TS 15331:2006
Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione degli edifici

UNI EN 15341:2007
Manutenzione - Indicatori di prestazione della manutenzione (KPI)

SITOGRAFIA

www.ording.roma.it/commissioni/ - Ordine degli ingegneri di Roma !Commissione Manutenzione";
www.uni.com - Ente Nazionale Italiano di Unificazione;
www.ceiuni.it Comitato Elettrotecnico Italiano;
www.aiman.com - Associazione Italiana Manutenzione;
www.cnim.it - Comitato Nazionale Italiano per la Manutenzione;
www.sincert.it;
www.iso.ch;
www.cenorm.be;
www.cenelec.org;
www.anacam.it - Associazione Nazionale Imprese di Costruzione e Manutenzione Ascensori;
www.anim.it - Associazione Nazionali Impianti di Manutenzione;
www.ini.hr;
www.efnms.org - European Federation of National Maintenance Societies

RIFERIMENTI NORMATIVI ESSENZIALI

D.Lgs. n. 163/2006	Codice dei contratti pubblici” relativo a lavori, servizi e forniture
D.P.R. n. 222/2003	Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili
D.P.R. n. 46/90	Normativa sulla sicurezza degli impianti
D.P.R. n. 447/91	Regolamento di attuazione DPR 46/90
D.Lgs. n. 277/91	Protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici
D.Lgs. n. 626/94	Riguardante il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori
D.Lgs. n. 109/94	Legge quadro in materia dei lavori pubblici
D.P.R. n. 554/99	Regolamento di attuazione legge quadro in materia di lavori pubblici
D.Lgs. n. 415/98	Aggiornamento legge quadro in materia di lavori pubblici
D.Lgs. n. 157/95	Appalti pubblici di servizi
D.Lgs. n. 242/96	Aggiornamento d.l. 626/94
D.Lgs. n. 459/96	Direttiva macchine
D.Lgs. n. 494/96	La sicurezza nei cantieri
D.Lgs. n. 528/99	Modifiche ed integrazioni al D. Lgs. 494/99
D.Lgs. n. 10/91 e n. 412/93	Norme sulla gestione della sicurezza e dei consumi energetici

BIBLIOGRAFIA

B. Salvetti
“LA MANUTENZIONE"
Edizioni Orga

L. Furlanetto -M. Cattaneo
"MANUTENZIONE A COSTO ZERO"
Edizioni Ipsoa Scuola Di Impresa, 1986

Roberto Rho
"CONTROLLO DIGITALE DIRETTO PER GLI IMPIANTI DEL BENESSERE"
Edizioni Biblioteca Tecnica Peg

C. Molinari
“LA MANUTENZIONE PROGRAMMATA”
HOEPLI MILANO 1994

L. Furlanetto;. M. Cattaneo -C. Mastriforti
"MANUTENZIONE PRODUTTIVA"
Edizioni Isedi, 1996

Luca Bregaglio
“IL SISTEMA INFORMATIVO PER LA MANUTENZIONE NELLE PICCOLE E MEDIE IMPRESE"
Rivista Manutenzione N. 10 - Ottobre 1996

S. Cavallaro -R. Rho
"BUILDING AUTOMATION: APERTURA VERSO UN MONDO IMPIANTISTICO"

Paolo Luchetti -Giuseppe Semeraro
“LA MANUTENZIONE DEI PATRIMONI IMMOBILIARI”
(guida all'elaborazione dei capitolati e dei programmi di manutenzione)
EPC LIBRI, 2000

Paolino Zappatore
“IL FASCICOLO DEL FABBRICATO”
MAGGIOLI EDITORE, 2000

Claudio Solustri
“GESTIONE E MANUTENZIONE DEI PATRIMONI IMMOBILIARI”
Ed.CAROCCI, ROMA, 1997
“LA GESTIONE INTEGRATA DEI PATRIMONI IMMOBILIARI”
Ed.ESSELIBRI SIMONE 2003

Luigi Matarazzo
“IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO NELLA NUOVA DISCIPLINA DEI LAVORI PUBBLICI”
Ed ESSELIBRI SIMONE – Napoli 2001

Luigi Matarazzo – A. Bruno Arena
“LA STATICA DEGLI EDIFICI ESISTENTI. INDAGINI E MONITORAGGI”
Ed ESSELIBRI SIMONE – Napoli 2005

SOMMARIO